NELER KAZANILACAK? **Kimyanın temel kanunları açıklanırken**

a) Kütlenin korunumu, sabit oranlar ve katlı oranlar kanunları ile ilgili hesaplamalar,
b) Demir(II) sülfür bileşiğinin elde edilmesi deneyi yapılacaktır.

ARAŞTIRINIZ

Kimyanın temel kanunlarını araştırınız. Bu kanunların kimya biliminin gelişimi açısından neden önemli olduğunu belirten bir poster hazırlayınız. Hazırladığınız posteri arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.1.1. KİMYANIN TEMEL KANUNLARI

Doğada gerçekleşen bütün olaylar bazı kurallarla açıklanır. Suyun donması, demirin paslanması, gökyüzünün mavi görünmesi, elmanın düşmesi, yaprağın sararması bir ya da birkaç nedene bağlıdır. Bilim insanları doğada gerçekleşen olayları neden ve sonuç ilişkisi içinde açıklayarak anlamaya çalışır. Bilim insanlarının çalışmaları günlük hayatı kolaylaştırır. Örneğin demirin neden paslandığı bilinirse demirin paslanması engellenebilir, böylece demir daha uzun süre paslanmadan kullanılabilir.

Atomun isim babası olan Democritus (Demokritos) “Pers kralı olmaktansa bir doğa yasası bulmayı yeğlerim.” demiştir. Temel kimya yasalarını bilmek insana hem bilimsel bakış açısı hem de doğayı anlama yeteneği kazandırır.

Kimyanın bilim olma sürecine katkı sağlayan pek çok bilimsel çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların en önemlilerinden sayılan Antoine Lavoisier [Antuan Lavoizi (Görsel 1.1.1)], Joseph Proust [Jozef Prust (Görsel 1.1.2)] ve John Dalton’ın [Can Daltın (Görsel 1.1.3)] buldukları kanunlar kimyanın temelini oluşturur. Bu kanunlara **kimyanın temel kanunları** denir.

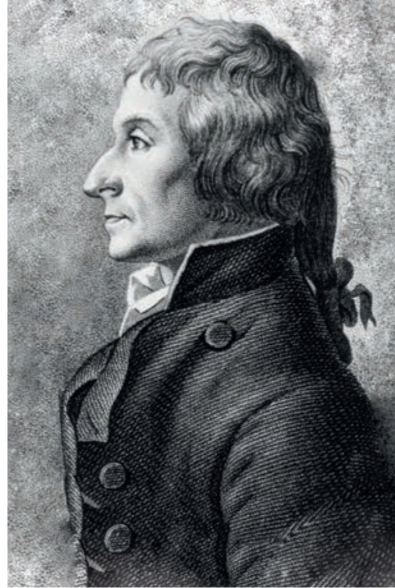
Kütlenin Korunumu Kanunu



Görsel 1.1.1: Antoine Lavoisier

Kimyasal tepkimelerde, tepkimeye giren maddelerin kütleleri toplamı, tepkime sonucunda oluşan maddelerin kütleleri toplamına eşittir. Buna **Kütlenin Korunumu Kanunu** denir.

Sabit Oranlar Kanunu



Görsel 1.1.2: Joseph Proust

Bir bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasında her zaman sabit ve değişmeyen bir oran vardır. Bileşiğin miktarı değişse de bileşiği oluşturan elementlerin kütlece birleşme oranı hiçbir zaman değişmez. Buna **Sabit Oranlar Kanunu** denir.

Katlı Oranlar Kanunu



Görsel 1.1.3: John Dalton

İki element birden fazla bileşik oluşturuyorsa oluşan bu bileşiklerdeki elementlerden birinin sabit miktarıyla diğerinin değişen miktarı arasında tam sayılarla ifade edilen katlı bir oran vardır. Bu orana **Katlı Oranlar Kanunu** denir.

KÜTLENİN KORUNUMU KANUNU

(Antoine Lavoisier-1794)



Görsel 1.1.4: Magnezyum telin ve kömürün yanması

Yanma olayı simya döneminde açıklanamamıştır. Bunun en önemli nedeni yanma olayını sağlayan oksijenin ve bazı yanma ürünlerinin gaz hâlinde açığa çıkmasıdır. Görsel 1.1.4'te verilen her iki olay da yanma tepkimesine aittir. Birinde magnezyum tel, diğerinde ise kömür yanmaktadır.

$Mg(k) + 1/2O_2(g)$  $MgO(k)$

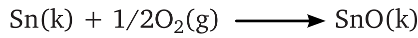
24 g + 16 g = 40 g

$C(k) + O_2(g)$  $CO_2(g)$

12 g + 32 g = 44 g

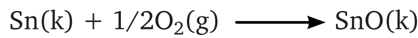
Magnezyum tel ve karbonun yanmasında da havadaki oksijen gazı kullanılmakta, magnezyum yandığında magnezyum oksit, karbon yandığında karbon dioksit gazı oluşmaktadır. Her iki yanma olayı açık kapta gerçekleştirildiğinde magnezyumun yanmasında kütlede artış olurken karbonun yanmasında (açığa çıkan karbon dioksit gazı nedeniyle) kütlede azalma varmış gibi görülür. Hâlbuki her iki tepkimede de kütle korunur. Bu iki tepkimede de kütlenin korunduğu deneysel olarak ispatlanmak istenirse deneyi yeterince oksijen içeren kapalı kaplarda gerçekleştirmek gerekir.

Deneylerinde teraziyi titizlikle kullanan Antoine Lavoisier bir miktar kalay ve bir miktar hava içeren bir cam balonun ağzını kapatarak cam balonu tartmıştır. Ağzı kapalı cam balonu ısıttığında kalayın tebeşir tozuna benzer bir toza [kalay(II) oksit] dönüştüğünü ve cam balonu tekrar tarttığında kütlenin değişmediğini gözlemlemiştir.

$Sn(k) + 1/2O_2(g)$  $SnO(k)$

119 g + 16 g = 135 g

Lavoisier aynı deneyi kütleleri iki katına çıkararak tekrarladığında oluşan kalay(II) oksidin kütlesinin kalay ile kullanılan havanın kütlesi toplamına eşit olduğunu görmüştür.

$Sn(k) + 1/2O_2(g)$  $SnO(k)$

238 g + 32 g = 270 g

Bu ve buna benzer deneyler sonucunda Lavoisier, Kütlenin Korunumu Kanunu'nu bulmuştur.

Kimyasal bir tepkimede madde yoktan var, vardan yok olamaz. Tüm kimyasal tepkimelerde, oluşan ürünlerin kütleleri toplamı tepkimeye giren maddelerin kütleleri toplamına eşittir. Buna **Kütlenin Korunumu Kanunu** denir.



BİLİYOR MUSUNUZ?

Antoine Lavoisier

(26 Ağustos 1743-8 Mayıs 1794)

Babası, Paris Parlamentosu'nda avukattır. Lavoisier'in annesi, Lavoisier beş yaşındayken öldü.

Lavoisier, babasının isteği doğrultusunda hukuk eğitimi almaya başladı. Hukuk eğitimi devam ederken bilime olan ilgisi nedeniyle hukuk derslerine ek olarak fen derslerine katılıyordu.

1764'te ilk bilimsel makalesini yayımladı ve 1769'da 26 yaşında Fransız Bilimler Akademisine seçildi.

Modern kimya döneminin öncüsü sayılan Lavoisier yanma olayını açıklamış, oksijenin yanma ve solunumdaki rolünü keşfetmiştir. Kendi kurduğu kimya laboratuvarında titizlikle yaptığı deneyler sonucunda Kütlenin Korunumu Kanunu'nu bulmuştur.

Fransız Devrimi sonrası, devrimin öncüleri olan halk tarafından kurulan mahkemede yargılanarak idam edilmiştir.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Aşağıda verilen reaksiyonda tepkimeye giren Fe miktarını bulunuz.



32 g m_{Fe} 88 g

$m_S + m_{Fe} = m_{FeS}$

$32\ g + m_{Fe} = 88\ g$

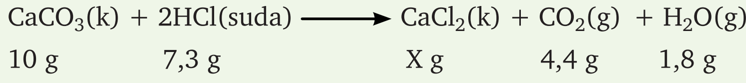
$m_{Fe} = 88\ g - 32g$

$m_{Fe} = 56\ g$



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

1. Aşağıda tepkimeye giren ve tepkime sonucunda oluşan maddelerin kütleleri verilmiştir.



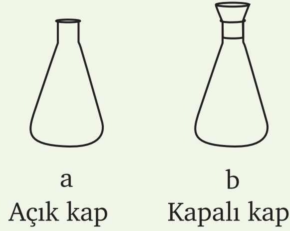
Buna göre $CaCl_2$'ün kütlesi kaç gramdır?

A) 6,2 B) 9,1 C) 11,1 D) 17,3 E) 23,5

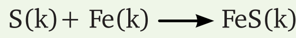
2. Lavoisier 59,5 gram kalay ile bir miktar oksijenin tepkimesinden 67,5 gram kalay(II) oksit elde ettiğine göre reaksiyona giren oksijen miktarını bulunuz.

A) 59,5 B) 32 C) 16 D) 12 E) 8

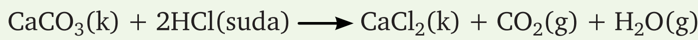
3. Kütlenin Korunumu Kanunu'nu ispatlamak isteyen bir öğrenci,



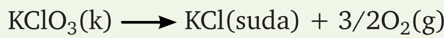
I. a veya b kabında



II. a kabında



III. b kabında



reaksiyonlarından hangisini ya da hangilerini gerçekleştirmelidir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

1.1.1. ETKİNLİK DEMİR(II) SÜLFÜR ELDESİ



Araç ve Gereç

- Demir tozu
- Kükürt tozu
- Deney tüpü (3 adet)
- Terazi
- Süzgeç kağıdı
- Spatül
- Baget
- Tüp maşası
- Balon
- Kibrit
- Bünzen beki veya ispirto ocağı



Görsel 1.1.5: Demir ve kükürt tozu karışımı

ETKİNLİĞİN AMACI

Kimyasal tepkimelerde Kütlenin Korunumu ve Sabit Oranlar Kanunu'nun incelenmesi.

ETKİNLİK BASAMAKLARI

1. Demir ve kükürt tozu içeren bir karışım (Görsel 1.1.5), kütlece 7/4 oranında hazırlanır. Bunun için spatül yardımıyla demir tozundan 7 gram, kükürt tozundan 4 gram olacak şekilde ayrı süzgeç kâğıtlarına konarak maddeler tartılır.
2. Demir ve kükürt tozları tamamen karışıncaya kadar bagetle bir kapta karıştırılır.
3. Elde edilen karışım deney tüpüne boşaltılır. Deney tüpünün ağzına balon takılır. Balon takılan deney tüpü tartılarak tartım sonucu kaydedilir.
4. Deney tüpü bek alevinde ısıtılır. Isıtma süresince tüpte oluşan değişiklikler gözlenir.
5. Tüpte oluşan değişiklikler sona erinceye kadar ısıtma işlemine devam edilir.
6. Soğuyan deney tüpü tartılarak tartım sonucu kaydedilir.
7. Aynı işlemler aşağıdaki tabloda verilen 2 ve 3. deneyde belirtilen miktarlar için de uygulanır. Değerler tabloya kaydedilir.

Deneyler	Fe Kütlesi (g)	S Kütlesi (g)	Isıtmadan Önce Karışımın Kütlesi (g)	Isıtıldıktan Sonra Bileşiğin Kütlesi (g)
1	7	4		
2	14	8		
3	21	12		

ETKİNLİĞİN SONUÇLANDIRILMASI

1. Deneyler sırasında kütlede artış ya da azalma olmuş mudur?
2. 1, 2 ve 3. deneylerde tepkimeye giren Fe miktarlarının kükürt miktarlarına oranlarını hesaplayarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Deneyler	Fe Kütlesi (g)	S Kütlesi (g)	Kütlece Fe/S Oranı
1	7	4	
2	14	8	
3	21	12	

3. Bir bileşiği oluşturan elementlerin kütlece birleşme oranı her zaman aynı mıdır?



BİLİYOR MUSUNUZ?

Joseph Proust

(26 Eylül 1754-5 Temmuz 1826)

Ortaöğrenimini bitirdikten sonra babasının eczanesinde çalışmaya başlamıştır. Öğrenmeye meraklı olan Proust, Paris'te eczacılık ve kimya öğrenimini birlikte almıştır. Aynı zamanda bu alanlarda çalışmalar yapmıştır.

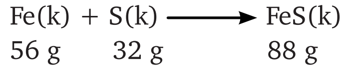
Organik kimya ve kimyasal teknoloji alanlarında çalışmaları bulunan Proust, üzüm şekerini ayırmış, peynirdeki lösin maddesini bulmuş ve birçok gıda maddesinin üretimine ilişkin yeni yöntemler önermiştir. Proust'un en önemli başarısı "Sabit Oranlar Kanunu"nu bulmasıdır.

SABİT ORANLAR KANUNU (Joseph Proust-1799)

Etkinlik 1.1.1'de görüldüğü gibi FeS bileşiğini oluşturmak için farklı miktarlarda Fe ve S kullanıldığında da Fe/S kütlece birleşme oranı her zaman sabit kalır.

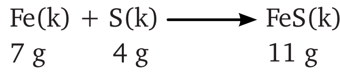
Proust, yaptığı deneyler sonucunda bir bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri oranının her zaman sabit kaldığını belirlemiştir. Bileşiğin miktarı değişse de bileşiği oluşturan elementlerin kütlece birleşme oranı değişmez. Bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasındaki değişmeyen birleşme oranını açıklayan kanuna **Sabit Oranlar Kanunu** denir.

FeS bileşiği oluşurken



$$\text{Fe(k)} + \text{S(k)} \longrightarrow \text{FeS(k)}$$
56 g 32 g 88 g

$$\frac{m_{Fe}}{m_S} = \frac{56}{32} = \frac{7}{4} \quad (\div 8)$$ gram bileşik oluşur.



$$\text{Fe(k)} + \text{S(k)} \longrightarrow \text{FeS(k)}$$
7 g 4 g 11 g

FeS bileşiğinde m_{Fe}/m_S oranının 7/4 olması, 7 gram Fe'in 4 gram S'le tepkimeye girerek 11 gram FeS bileşiğini oluşturacağı veya bu oranların katları şeklinde Fe ve S'ün bir araya gelmeleri gerektiğini açıklar. 22 gram FeS oluşturmak istenirse 14 gram Fe ve 8 gram S tepkimeye girmelidir.

Bir bileşikteki elementlerin arasındaki sabit oranı bulabilmek için FeS örneğinde olduğu gibi ya bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri verilmeli ya da bileşiğin formülü ve bileşiği oluşturan elementlerin atom kütleleri verilmelidir.

Bileşiğin formülü ve element kütleleri bilinirse bileşikteki elementlerin kütlece oranları bulunabilir. Suyun (H_2O) molekül formülünden 2 hidrojen atomunun 1 oksijen atomuyla birleştiği anlaşılır. 1 mol hidrojenin atom kütlesi 1g/mol ve 1 mol oksijenin atom kütlesi 16 g/mol olduğu için

H_2O'da $\frac{m_H}{m_O} = \frac{2.H}{1.O} = \frac{2.1}{1.16} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8}$ dir.

1 gram hidrojen, 8 gram oksijenle tepkimeye girerek 9 gram su oluşturur.

Bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasında sabit bir oran olduğu için bileşikteki elementlerin kütlece yüzdeleri de sabittir.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

48 gram C ile 16 gram H'in tamamının tepkimeye girmesiyle oluşan CH_4 bileşiğindeki elementlerin kütlece birleşme $\left(\frac{m_C}{m_H}\right)$ oranını bulunuz.

$$\frac{m_C}{m_H} = \frac{48}{16} = \frac{3}{1}$$



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

1 gram Ca yakılınca 1,4 gram CaO bileşiği oluşuyor. CaO bileşiğindeki elementlerin kütlece birleşme $\left(\frac{m_{Ca}}{m_O}\right)$ oranını bulunuz.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

CO_2 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme $\left(\frac{m_C}{m_O}\right)$ oranını bulunuz.

(C:12 g/mol, O:16 g/mol)

Bileşiğin formülü ve karbonla oksijenin atom kütleleri bilindiğine göre bu bilgilerden yararlanarak CO_2 bileşiğinde $\frac{m_C}{m_O}$ arasındaki sabit kütle oranı bulunur.

$$\frac{m_C}{m_O} = \frac{1.12}{2.16} = \frac{3}{8}$$



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Bileşiğin Formülü	Elementlerin Atom Kütlesi (g/mol)		Bileşikteki Elementlerin Kütlece Birleşme Oranları
CuO	Cu:64	O:16	$\frac{m_{Cu}}{m_O} =$
P_2O_5	P:31	O:16	$\frac{m_P}{m_O} =$
H_2S	H:1	S:32	$\frac{m_H}{m_S} =$
CaO	Ca:40	O:16	$\frac{m_{Ca}}{m_O} =$

Bileşiği oluşturan elementler arasındaki sabit orandan yararlanılarak bileşikteki elementlerin kütlece yüzdeleri bulunabilir. Kütlece yüzdelerinden yararlanılarak da bileşiği oluşturan elementler arasındaki sabit oran hesaplanabilir.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Fe_2O_3 bileşiğinde kütlece %30 oksijen atomu bulunmaktadır. Buna göre

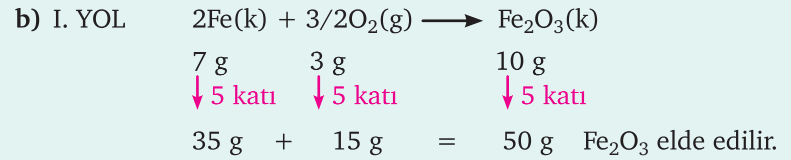
a) Fe_2O_3 bileşiğindeki $\frac{m_{Fe}}{m_O}$ oranını bulunuz.

b) 35 gram Fe'in yeterince oksijenle tepkimesinden kaç gram Fe_2O_3 bileşiği elde edilebileceğini hesaplayınız.

Bileşikteki kütlece Fe yüzdesi bulunur. 100-30=70

a) $\frac{\%m_{Fe}}{\%m_O} = \frac{m_{Fe}}{m_O} = \frac{70}{30} = \frac{7}{3}$ olur.

b) I. YOL



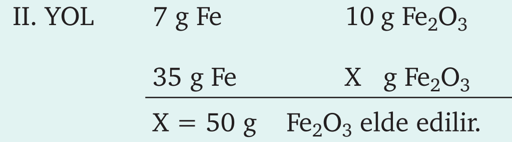
$2Fe(k) + 3/2O_2(g) \longrightarrow Fe_2O_3(k)$

7 g   3 g   10 g

↓ 5 katı   ↓ 5 katı   ↓ 5 katı

35 g + 15 g = 50 g Fe_2O_3 elde edilir.

II. YOL



7 g Fe   10 g Fe_2O_3

35 g Fe   X g Fe_2O_3

X = 50 g Fe_2O_3 elde edilir.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

MgO bileşiğinin kütlece %40'ı oksijendir. Buna göre

a) Elementlerin kütlece birleşme $\left(\frac{m_{Mg}}{m_O}\right)$ oranını bulunuz.

b) 18 gram magnezyum ile kaç gram oksijenin tepkimeye gireceğini hesaplayınız.

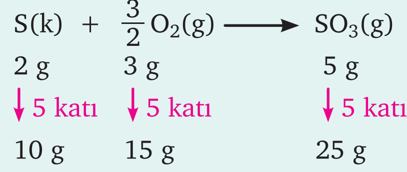
ÖRNEK VE ÇÖZÜM

25 gram SO_3 bileşiği elde edebilmek için kaç gram kükürt, kaç gram oksijen kullanılmalıdır? (S:32 g/mol, O:16 g/mol)

SO_3 bileşiğinde kütlece birleşme oranı $\frac{m_S}{m_O} = \frac{32}{3.16} = \frac{2}{3}$ tür.

2 g S'ün 3 g O ile reaksiyonundan 5 gram SO_3 bileşiği oluşur.

25 gram SO_3 bileşiği elde edebilmek için oranları 5 katına çıkarmak gerekir. Bu durumda 2.5=10 g S ve 3.5=15 g O kullanılmalıdır.



$S(k) + \frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow SO_3(g)$

2 g 3 g 5 g

↓5 katı ↓5 katı ↓5 katı

10 g 15 g 25 g

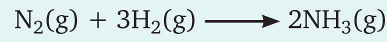
ÖRNEK VE ÇÖZÜM

NH_3 bileşiğinde kütlece birleşme oranı $\frac{14}{3}$ tür. **Eşit miktardaki azot ve hidrojenden 85 gram amonyak elde edildiğine göre hangi elementten kaç gram artar?**

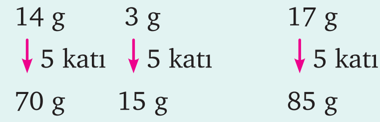
A) 55 g azot B) 55 g hidrojen C) 45 g azot

D) 45 g hidrojen E) 17 g azot

$\frac{m_N}{m_H} = \frac{14}{3}$



$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$



14 g 3 g 17 g

↓5 katı ↓5 katı ↓5 katı

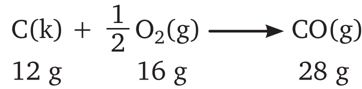
70 g 15 g 85 g

Başlangıçta azot ve hidrojen eşit miktarda olduğuna göre her ikisinden de 70'er gram alınmalı. Bu durumda

70 - 15 = 55 g hidrojen artar.

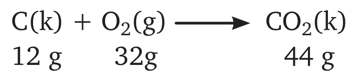
KATLI ORANLAR KANUNU (John Dalton-1804)

Karbon yeterince oksijen olmayan ortamda yandığında CO, oksijence zengin ortamda yandığında ise CO_2 bileşiğini oluşturur.



$C(k) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g)$

12 g 16 g 28 g



$C(k) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(k)$

12 g 32g 44 g

Karbon ve oksijen elementlerinden oluşan bu iki farklı bileşikte karbon kütleleri eşitken oksijen kütleleri arasındaki oran 1/2'dir.

	C Atom Sayısı	O Atom Sayısı	C Kütlesi (g)	O Kütlesi (g)	Bileşiğin Formülü
I. Bileşik	1	1	12	16	CO
II. Bileşik	1	2	12	32	CO_2

Atom sayısı bakımından CO ve CO_2 bileşiklerinin formülleri incelendiğinde karbon atom sayılarının eşit, oksijen atomlarının sayıca oranlarının 1/2 olduğu görülür.

Kütlece iki bileşik incelendiğinde ise karbon kütleleri oranının birbirine eşit, oksijen kütleleri arasındaki oranın $\frac{16}{32} = \frac{1}{2}$ olduğu görülür.

Kısacası karbon atomlarının sayıca eşit olması karbon kütlelerinin de eşit olduğu, oksijen atomlarının sayıca oranlarının $\frac{1}{2}$ olması kütlece oksijen oranlarının da $\frac{1}{2}$ olduğu anlamına gelir.

Sonuç olarak CO ve CO_2 bileşiklerinde karbon kütleleri eşitken oksijen kütleleri arasındaki oran $\frac{1}{2}$ dir.

CO ve CO_2 bileşiklerinde oksijen kütleleri sabitken karbon kütleleri arasındaki oran bulunmak istenirse CO bileşiğinin formülü 2 ile genişletilerek C_2O_2 elde edilir.

	C Atom Sayısı	O Atom Sayısı	C Kütlesi (g)	O Kütlesi (g)	Bileşiğin Formülü
I. Bileşik	2	2	24	32	C_2O_2
II. Bileşik	1	2	12	32	CO_2

Bu durumda CO ve CO_2 bileşikleri arasında oksijen kütleleri eşitken I. bileşikteki karbon kütlesinin II. bileşikteki karbon kütlesine oranı $\frac{2}{1}$ olur.

Sonuç olarak aynı elementlerden oluşan bileşiklerde bir elementin katlı oranı $\frac{a}{b}$ ise diğer elementin katlı oranı $\frac{b}{a}$ dır.

İki element, birden fazla bileşik oluşturabilir. Oluşan bu bileşiklerde elementlerden birinin miktarı eşitken diğer elementin miktarları arasında tam sayılarla ifade edilen bir oran vardır. Bu oran **Katlı Oranlar Kanunu** olarak ifade edilir.

İki bileşik arasındaki katlı oranı bulmak için aşağıdaki sorular cevaplanır.

1. Bileşikler aynı iki elementten mi oluşuyor?
2. Basit formülleri farklı iki bileşik mi?

İlk iki sorunun cevabı evet ise elementlerden birinin miktarı eşitken diğer elementin kütleleri arasındaki katlı oran bulunur.

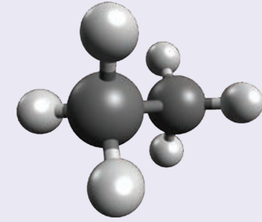


BİLİYOR MUSUNUZ?

Basit (kaba) formül: Bileşiği oluşturan element atomlarının cinsini ve sayıca birleşme oranını gösteren en sade formüldür.

Molekül formülü (gerçek formül): Bileşik molekülündeki atomların cinsini ve gerçek sayılarını gösteren formüldür.

Görsel 1.1.6'da görülen C_2H_6 gerçek formüldür. Formüldeki atomların altında yazılan sayılar mümkün olan en küçük tam sayıya dönüştürüldüğünde basit formül elde edilir. Etan molekülünün basit formülü CH_3'dir. Anlaşılacağı gibi molekül formülündeki atom sayıları basit formüldeki atom sayılarının tam katıdır.



Görsel 1.1.6: Etan (C_2H_6) molekülü



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Aşağıda verilen bileşik çiftlerinin Katlı Oranlar Kanunu'na uyup uymadığını belirtiniz.

	I. Bileşik	II. Bileşik
a)	NO	NO_2
b)	FeO	Fe_2O_3

a) NO - NO_2 bileşik çifti için

1. N ve O olmak üzere aynı iki elementten oluşmuştur.
2. NO ve NO_2 farklı iki bileşiktir.
3. N kütleleri eşitken her iki bileşikteki oksijen kütleleri arasındaki oran $\frac{I.\,m_O}{II.\,m_O} = \frac{1}{2}$ dir. Katlı Oranlar Kanunu'na uyar.

b) FeO - Fe_2O_3 bileşik çifti için

1. Fe ve O olmak üzere aynı iki elementten oluşmuştur.
2. FeO ve Fe_2O_3 farklı iki bileşiktir.
3. Fe miktarını eşitlemek için I. bileşik formülü 2 katsayısı ile genişletilir. I. bileşiğin formülü Fe_2O_2 şeklinde yazılır. Böylece her iki bileşikte demir miktarları eşitken oksijen kütleleri arasındaki katlı oran $\frac{I.\,m_O}{II.\,m_O} = \frac{2}{3}$ olur. Katlı Oranlar Kanunu'na uyar.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

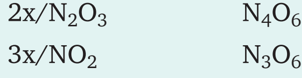
N_2O_3 ve NO_2 bileşikleri için

a) Aynı miktarda oksijen ile birleşen N'lar arasındaki katlı oran nedir?

b) Aynı miktarda azot ile birleşen O'ler arasındaki katlı oran nedir?

---

a) N_2O_3 ve NO_2 bileşiklerinde azotlar arasındaki katlı oranı bulabilmek için oksijenlerin kütlelerini sabitlememiz gerekir. Bunun için I. bileşiği 2, II. bileşiği 3 katsayısı ile genişletelim.

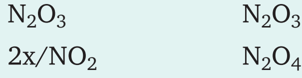


$2x/N_2O_3$ $\quad$ N_4O_6

$3x/NO_2$ $\quad$ N_3O_6

Oksijen kütlesi eşitken $\frac{I.\, m_N}{II.\, m_N} = \frac{4}{3}$ olur.

b) Oksijenler arasındaki katlı oranı bulmak için azotların kütlesini dolayısıyla azot atomlarının sayısını sabit tutmamız gerekir. II. bileşiği 2 katsayısı ile genişlettiğimizde azot kütleleri sabit kalır.



N_2O_3 $\quad$ N_2O_3

$2x/NO_2$ $\quad$ N_2O_4

Azot kütlesi eşitken $\frac{I.\, m_O}{II.\, m_O} = \frac{3}{4}$ olur.

Pratik olarak aynı elementlerden oluşan bileşiklerde bir elementin katlı oranı $\frac{a}{b}$ ise diğer elementin katlı oranı $\frac{b}{a}$'dır.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

Eşit kütlelerde oksijen ile birleşen Pb_3O_4'teki kurşun kütlesinin PbO_2'teki kurşun kütlesine oranını bulunuz.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Bileşiğin Formülü	Bileşikteki Elementlerin Kütleleri	I. Elementlerin Kütleleri Sabit Alındığında II. Elementlerin Kütleleri Arasındaki Katlı Oran	II. Elementlerin Kütleleri Sabit Alındığında I. Elementlerin Kütleleri Arasındaki Katlı Oran
MnO_2 Mn_2O_7	110 g Mn, 64 g O 55 g Mn, 56 g O		
PCl_3 PCl_5	124 g P, 426 g Cl 62 g P, 355 g Cl		
H_2O H_2O_2	4 g H, 32 g O 1 g H, 16 g O		
C_2H_2 C_4H_8	24 g C, 2 g H 12 g C, 2 g H		

Katlı Oranlar Kanunu'nun Uygulanmadığı Bileşik Çiftleri

1. Farklı tür atomlardan oluşan bileşik çiftleri arasında katlı oran aranmaz.

Örneğin NO ve CO bileşikleri arasında katlı orandan söz edilemez.

2. Basit formülleri aynı olan bileşik çiftleri arasında katlı oran aranmaz.

Örneğin C_2H_4 ve C_3H_6 bileşikleri arasında katlı oran yoktur. Çünkü bu iki bileşiğin basit formülleri CH_2'dir.

3. Bileşik çiftleri ikiden fazla element içeriyorsa bu bileşik çiftleri arasında katlı oran aranmaz.

Örneğin $HClO_2$ ve $HClO_3$ bileşikleri arasında katlı oran yoktur.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Aşağıdaki bileşik çiftlerinden hangilerine Katlı Oranlar Kanunu uygulanabilir? Uygulanan varsa I. elementlerin miktarı eşitken II. elementler arasındaki katlı oranı bulunuz.

a) Fe_2O_3-FeO **b)** N_2O_4-NO_2 **c)** PbO_2-SnO

---

a) Fe_2O_3-FeO bileşik çifti

1. Aynı iki elementten oluşmaktadır.
2. Basit formülleri farklı olduğu için farklı bileşiklerdir.
3. Bileşiklerdeki demir miktarını eşitlemek için 2. bileşiğin formülü 2 katsayısı ile genişletilir ve formülü Fe_2O_2 şeklinde yazılır. Bu durumda I. elementlerin miktarı eşitken II. elementler arasındaki katlı oran 3/2 bulunur.

b) N_2O_4-NO_2 bileşik çifti

1. Aynı iki elementten oluşmaktadır.
2. Basit formülleri aynı olduğu için aynı bileşiktir. Bu nedenle Katlı Oranlar Kanunu'na uymaz.

c) PbO_2-SnO bileşik çifti

1. Farklı iki tür elementten oluşmaktadır. Bu nedenle Katlı Oranlar Kanunu'na uymaz.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

Aşağıdaki bileşik çiftlerinden hangilerine Katlı Oranlar Kanunu uygulanamaz?

I. C_2H_4 - C_4H_8

II. NaClO - $KClO_3$

III. H_2O_2 - H_2O

IV. N_2O_4 - N_2O_3



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

24 gram C ve 4 gram H elementleri tamamen birleşerek C_2H_4 bileşiğini oluşturmaktadır. Aynı elementlerin oluşturduğu başka bir bileşikte 12 gram C ile 3 gram H elementi birleştiğine göre bu bileşiğin formülü aşağıdakilerden hangisi olur?

A) CH_4 B) C_3H_8 C) C_2H_6 D) C_4H_8 E) C_3H_6

I. YOL

Soruda verilenler tablo hâlinde yazılır.

	C	**H**	**Formül**
I. Bileşik	24 g	4 g	C_2H_4
II. Bileşik	12 g	3 g	?

C miktarını eşitlemek için II. bileşikteki elementlerin kütlesi 2 ile çarpılır.

	C	**H**	**Formül**
I. Bileşik	24	4	C_2H_4
II. Bileşik	2 x 12 = 24	2 x 3 = 6	?

C miktarı eşitken H kütleleri arasındaki oran $\frac{I.H}{II.H} = \frac{4}{6}$ dır. Bu durumda II. bileşiğin formülü C_2H_6 olur.

II. YOL

- Birinci bileşikteki elementlerin kütlece birleşme oranı;

$\frac{m_C}{m_H} = \frac{2C}{4H} = \frac{24}{4}$ olduğuna göre 2C=24 gram ise C=12 gram, 4H=4 gram ise H=1 gramdır.

$\frac{C}{H} = \frac{12}{1}$ dir.

- İkinci bileşiğin formülü C_xH_y şeklinde düşünülürse bileşiğin kütlece birleşme oranı;

$\frac{m_C}{m_H} = \frac{x_C}{y_H} = \frac{12}{3}$ tür. (C=12 gram, H=1 gram değerleri yerine konulursa x ve y sayıları bulunur.)

$\frac{x.12}{y.1} = \frac{12}{3}$ (x ve y yalnız bırakılır.) $\frac{x}{y} = \frac{12}{3} \cdot \frac{1}{12} = \frac{1}{3}$

x sayısı 1, y sayısı 3 olduğu için ikinci bileşiğin basit formülü C_1H_3 şeklindedir. C sayıları her iki bileşikte eşit olduğu için formül 2 ile genişletilerek C_2H_6 formülü elde edilir.

Cevap C olur.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

1.

	X	Y
I. Bileşik	2,8	1,6
II. Bileşik	1,4	3,2

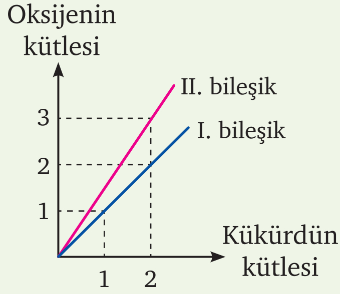
X ve Y elementlerinden oluşan iki bileşik için birleşen X ve Y miktarları verilmiştir. Bu bileşik çiftleri aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A) XY, XY_2 B) X_2Y, X_2Y_3 C) X_2Y_3, X_3Y_4

D) X_2Y, XY_2 E) X_2Y, XY_3

2. **X ve Y elementlerinin oluşturduğu iki ayrı bileşikten I. bileşik kütlece %60 X, II. bileşik kütlece %80 Y elementi içerdiğine göre her iki bileşikte Y elementleri arasındaki katlı oranı bulunuz.**

3.



Kükürt ve oksijen elementlerinin oluşturduğu faklı iki bileşikte elementlerin birleşen kütleleri grafikte verilmiştir.

a) Aynı miktar oksijen ile birleşen kükürt miktarları arasındaki katlı oran nedir?

b) 8 gram kükürt içeren I. ve II. bileşiklerin kütlelerini hesaplayınız.

NELER KAZANILDI?

1. Antoine Lavoisier ve çalışmaları ile ilgili

I. Deneylerinde terazi kullanmıştır.
II. Modern kimya döneminin öncülerindendir.
III. Bir bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasında sabit ve değişmeyen bir oran olduğunu ileri sürmüştür.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

2. Sabit Oranlar Kanunu ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

A) Bileşiği oluşturan elementler arasında sabit bir oran olduğuna göre bileşikteki elementlerin kütlece yüzdeleri de sabittir.
B) Bileşiği oluşturan elementler arasındaki birleşme oranı değişecek olursa aynı elementler ile yeni ve farklı bileşikler oluşturulmuş olur.
C) Sabit Oranlar Kanunu iki elementin farklı iki bileşiği için geçerlidir.
D) Joseph Proust tarafından ortaya konmuştur.
E) Bileşiğin miktarı değişse de bileşiği oluşturan elementlerin kütlece birleşme oranı hiçbir zaman değişmez.

3. Aşağıda bazı elementlerin oksijenle yaptıkları bileşikler ve bu bileşiklerdeki kütlece birleşme oranları verilmiştir.

Bileşik	Kütlece Birleşme Oranları
BeO	$\frac{9}{16}$
SO_3	$\frac{2}{3}$
CaO	$\frac{5}{2}$
CO_2	$\frac{3}{8}$
CO	$\frac{3}{4}$

Buna göre birinci elementler eşit kütlede alındığında hangi bileşikteki oksijen kütlesi en fazladır?

A) BeO B) SO_3 C) CaO
D) CO E) CO_2

4. Demir ve oksijenden oluşan bileşiklerden birincisinde $\frac{Fe}{O}$ kütle oranı $\frac{7}{2}$, ikincisinde $\frac{7}{3}$ tür.

I. bileşikten 36 gram oluşturmak için kullanılan demir miktarı II. bileşiği oluşturmak için de kullanılırsa II. bileşikten kaç gram oluşur?

A) 28 B) 30 C) 36 D) 40 E) 46

5. İki element birden fazla bileşik oluşturuyorsa oluşan bu bileşiklerde elementlerden birinin eşit miktarıyla diğerinin değişen miktarları arasında tam sayılarla ifade edilen katlı bir oran vardır. Bu orana Katlı Oranlar Kanunu denir.

Katlı Oranlar Kanunu ile ilgili

I. İki elementin basit formülleri farklı iki bileşiği için geçerlidir.
II. Basit formülleri aynı olan bileşik çifti arasında katlı oran aranmaz.
III. Farklı tür atomlardan oluşan bileşik çiftleri arasında da katlı oran bulunur.

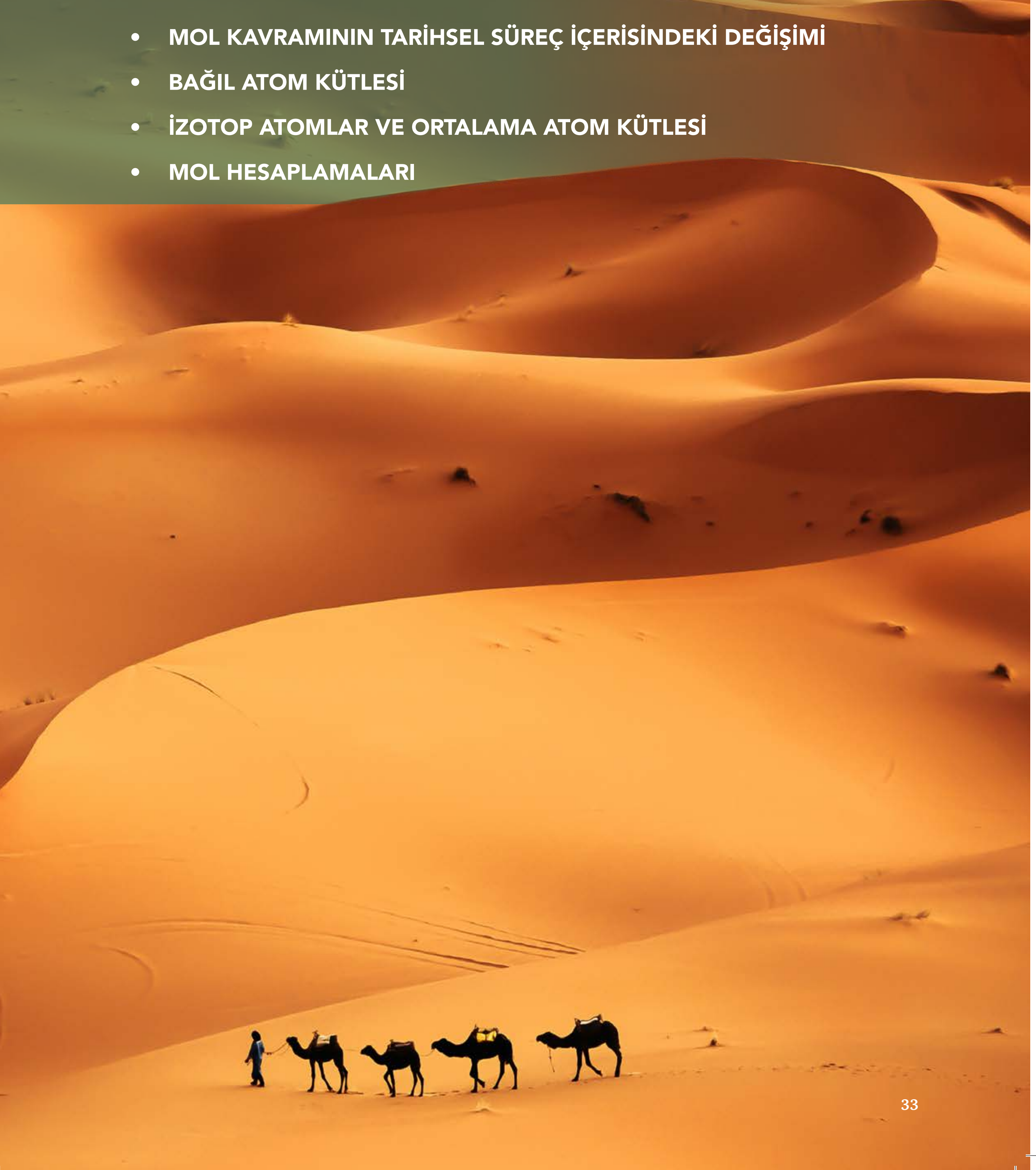
yargılarından hangisi veya hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

6. Katlı Oranlar Kanunu ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) N_2O_5 ile N_2O bileşiklerinde oksijen kütleleri sabitken azot kütleleri arasındaki oran $\frac{1}{5}$ tir.
B) FeO ve Fe_2O_3 bileşikleri arasındaki katlı oran $\frac{2}{3}$ veya $\frac{3}{2}$ dir.
C) CH_4 ve C_2H_6 bileşiklerinde karbon kütleleri sabitken hidrojen kütleleri arasındaki oran $\frac{1}{2}$ dir.
D) Katlı Oranlar Kanunu'nu John Dalton bulmuştur.
E) Üç cins element içeren bileşikler arasında katlı oran aranmaz.

2. BÖLÜM: MOL KAVRAMI



- MOL KAVRAMININ TARİHSEL SÜREÇ İÇERİSİNDEKİ DEĞİŞİMİ
- BAĞIL ATOM KÜTLESİ
- İZOTOP ATOMLAR VE ORTALAMA ATOM KÜTLESİ
- MOL HESAPLAMALARI

NELER KAZANILACAK? **Mol kavramı açıklanırken**

a) Mol kavramının tarihsel süreç içerisindeki değişimi üzerinde durulacak,
b) Bağıl atom kütlesi tanımlanacak,
c) İzotop kavramı ve bazı elementlerin mol kütlelerinin tam sayı çıkmayışının nedeni örneklerle açıklanacak,
ç) Mol hesaplamaları yapılacaktır.

1.2.1. MOL KAVRAMI



Görsel 1.2.1: Buğday tarlası

Çöldeki kum taneleri, buğday tarlasındaki (Görsel 1.2.1) buğday taneleri ya da buğdaydan elde edilen un taneleri sayılabilir mi? Bu satırları okurken aldığınız nefesteki oksijen moleküllerini sayabilir misiniz? Bu taneler tek tek sayılamasa da tanelerin belirli bir alandaki sayılarını bulmak için bir yöntem geliştirilebilir.

Bilim insanları atom, molekül gibi çok küçük kimyasal türleri ölçmek ve gerekli hesaplamaları yapmak için **mol** adı verilen bir kavram geliştirmişlerdir. 1 mol $6{,}02x10^{23}$ sayısına karşılık gelir. Mol kavramı sayesinde sayılamayacak büyüklükteki kavramlar sayılabilecek birimlerle ifade edilmiş olur. Nasıl ki bir düzine, 12 sayısına; bir deste, 10 sayısına karşılık geliyorsa 1 mol de $6{,}02x10^{23}$ sayısına karşılık gelir. Dünyadaki insanların tümü ömürleri boyunca buğday taneciği saysalar yine de toplamda 1 mol kadar buğday taneciği sayamazlar.



BİLİYOR MUSUNUZ?

Mol kelimesi Latincede "büyük yığın" anlamına gelmektedir.

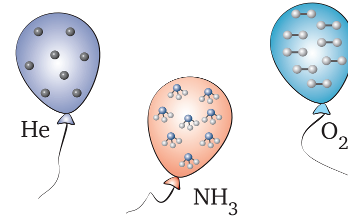
MOL KAVRAMININ TARİHSEL SÜREÇ İÇERİSİNDEKİ DEĞİŞİMİ

Dalton'dan başlayarak kimyacılar atom sayılarının bileşiklerin yapısı, tepkimeler ve hesaplamalar için son derece önemli olduğunu anlamış ve bu konuda birçok çalışma yapmışlardır.



Görsel 1.2.2: Amedeo Avogadro

Amedeo Avogadro [Amedeo Avogadro (Görsel 1.2.2)] aynı şartlarda, eşit hacim kaplayan gazların atom veya molekül sayılarının eşit olduğunu (Görsel 1.2.3) fark eden ilk bilim insanıdır. Fakat belirli hacimdeki tanecik sayısı ile ilgili hesaplama yapmamıştır.



Görsel 1.2.3: Aynı şartlarda eşit hacim kaplayan gazlar eşit sayıda tanecik içerir.

Avogadro'dan sonra bilim insanlarının birim alandaki atom sayısını ölçmek ve hesaplamak için yaptığı çalışmalar aşağıda tarihsel süreçte verilmiştir.

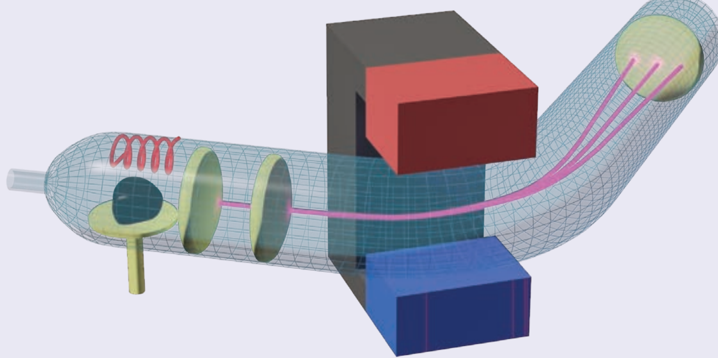
- Ortalama molekül hızı ve yarıçap gibi bilgiler kullanılarak 1 cm^3 hacmindeki gazın standart koşullarda yaklaşık $2{,}6x10^{19}$ atom veya molekül içerdiği hesaplanmıştır (1865).
- 1 atm basınç ve 0 °C sıcaklıkta 1 cm^3 hacimli gazdaki atom veya molekül sayısının $1{,}9x10^{19}$ olduğu hesaplanmıştır (1873).
- Belirli bir hacimdeki sıvı ya da gazda asılı mikroskobik parçacıkların rastgele hareketi incelenerek yapılan ölçümler sonucunda tanecik sayısı 6,9 ile $6{,}4x10^{23}$ arasında bir değer olarak hesaplanmıştır (1909).

Yukardaki çalışmalardan da anlaşılacağı gibi birim alandaki atom sayısını ölçmek ve hesaplamak için tarihi süreçte pek çok farklı yöntem kullanılmıştır. Farklı yöntem ve ölçümlere dayanarak günümüzde kabul edilen sayı $6{,}02214199x10^{23}$ tür. Bu sayı yuvarlanarak $6{,}02x10^{23}$ şeklinde kullanılmaktadır. Günümüzde $6{,}02x10^{23}$ sayısına Amedeo Avogadro'nun anısına **Avogadro sayısı** denir, $\mathbf{N_A}$ ile gösterilir.

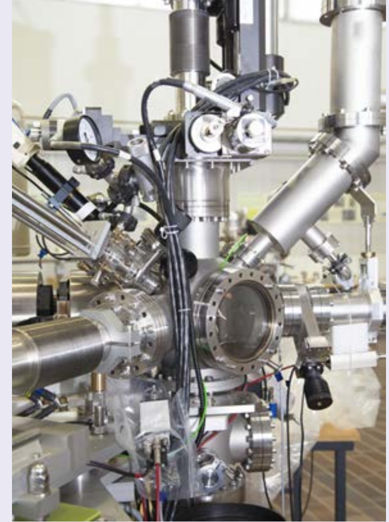


BİLİYOR MUSUNUZ?

Kütle spektrometresi (Görsel 1.2.4 ve 5), analiz edilecek maddenin atomlarını elektrik ve manyetik alan etkisiyle aynı kinetik enerjiye sahip olacak şekilde iyonlaştırarak hızlandırır. Hızlanan iyonların kütle veya yük oranlarından yararlanarak kütlesinin bulunmasını sağlar. Ayrıca kimyasal bileşiklerin yapısını belirlemek için kullanılır.



Görsel 1.2.4: Kütle spektrometresinin şematik gösterimi



Görsel 1.2.5: Kütle spektrometresi

Avogadro sayısının deneysel ispatlarından biri de şu şekildedir:

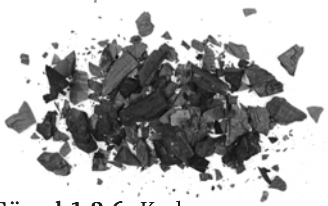
Kütle spektrometresi ile bir tane karbon-12 izotopunun kütlesi $1{,}9926\times10^{-23}$ gram bulunur.

12 g karbon-12 izotopundaki atom sayısı $= \dfrac{12\,g}{1{,}9926\times10^{-23}} = 6{,}02\times10^{23}$ tane atom olarak bulunur.

Uluslararası birim sistemine (SI) göre 12 g karbon-12 izotopunun içerdiği atom sayısı kadar tanecik (atom, molekül, iyon veya diğer tanecikler) içeren madde miktarına **mol** denir.

1 mol ($6{,}02\times10^{23}$ tane) maddenin gram cinsinden kütlesine **mol kütlesi** veya **mol ağırlığı** denir. Birimi g/mol'dür.

Aşağıda bazı maddelerin mol kütlesi, mol sayısı ve tanecik sayıları arasındaki ilişkiler verilmiştir.



Görsel 1.2.6: Karbon

Görsel 1.2.6'da verilen karbon atomu ametaldir. Doğada elmas, grafit gibi farklı formları bulunur.

1 mol C atomu = $6,02x10^{23}$ tane C atomu =12 gram C atomudur.



Görsel 1.2.7: Altın

Görsel 1.2.7'de verilen altın atomu metaldir. Doğada serbest veya mineralleri hâlinde bulunur.

1 mol Au atomu = $6,02x10^{23}$ tane Au atomu = 197 gram Au atomudur.



Görsel 1.2.8: O_2 ile doldurulmuş balon

Görsel 1.2.8'deki oksijen doğada iki atomlu moleküler hâlde bulunur. Bu nedenle O_2 şeklinde gösterilir. Oksijen atomlarından söz ediliyorsa O şeklinde, oksijen moleküllerinden bahsediliyorsa O_2 şeklinde yazılır. 1 mol O_2 molekülü 2 mol O atomuna karşılık gelir.

1 mol O_2 molekülü = $6,02x10^{23}$ tane O_2 molekülü = 32 gram O_2 molekülüdür.



Görsel 1.2.9: İçinde su olan erlenmayer

Görsel 1.2.9'daki H_2O molekülü, hidrojen ve oksijen atomlarından oluşmuştur. 1 mol H_2O molekülü 2 mol hidrojen ve 1 mol oksijen atomundan meydana gelir.

1 mol H_2O molekülü = $6,02x10^{23}$ tane H_2O molekülü = 18 gram H_2O molekülüdür.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

1 mol $Mg(OH)_2$ bileşiğinde her bir atom türünden kaç mol ve kaç tane bulunduğunu yazınız.

---

1 mol $Mg(OH)_2$ = 1 mol Mg atomu + 2 mol O atomu + 2 mol H atomu,

1 mol $Mg(OH)_2$ = $6,02x10^{23}$ tane Mg atomu + 2 x $6,02x10^{23}$ tane O atomu + 2 x $6,02x10^{23}$ tane H atomu bulunur.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

Aşağıdaki boşlukları uygun şekilde doldurunuz.

1 mol H_2SO_4 = ... mol H atomu + ... mol S atomu + ... mol O atomu vardır.

1 mol H_2SO_4 = ...tane H atomu + ...tane S atomu + ... tane O atomu vardır.

BAĞIL ATOM KÜTLESİ

Kütle numarası proton sayısı ile nötron sayısının toplamına eşittir. Atomun kütlesini oluşturan tanecikler proton ve nötronlar olmasına rağmen atom kütlesi, kütle numarası olarak alınamaz çünkü atom çekirdeğini meydana getiren proton ve nötronlar bir araya gelirken bir miktar kütle enerjiye dönüşür. Atomların kütleleri çok küçük olduğu için atom kütlesinin doğrudan ölçülmesi de mümkün değildir.

Günümüzde bütün atomların kütleleri standart kabul edilen karbon-12 izotopunun kütlesine göre belirlenir. Bir atomun kütlesi karbon-12 izotopunun kütlesi ile karşılaştırılarak hesaplanır.

Bir atom kütlesinin karbon kütlesine kıyaslanması ile bulunan sayıya **bağıl atom kütlesi** (ağırlığı) denir. Bağıl atom kütlesi kıyaslama sonucunda bulunan bir oran olduğu için birimi yoktur. Kütle spektrometresi kullanılarak ölçülür. Örneğin kütle spektrometresi verilerinden yararlanılarak ^{28}Si'un kütlesi 27,98; ^{56}Fe'in kütlesi 55,93; ^{107}Ag'ün kütlesi 106,90509 olarak bulunur. Bu sayılar yerine genellikle sayıların yaklaşık değerleri kullanılır.

Bağıl atom kütlesine benzer şekilde, moleküler bileşikler için bağıl molekül kütlesi, iyonik bileşikler için bağıl formül kütlesi ifadeleri kullanılır.

CO_2'in bağıl molekül kütlesi: 44,

KOH'in bağıl formül kütlesi: 56'dır.

Bir tane karbon-12 atomunun kütlesinin on ikide birine 1 **atomik kütle birimi (akb)** denir. Atomik kütle birimi; gram, kilogram gibi bir kütle ölçüm birimidir. Aşağıdaki şekilde grama çevrilebilir.

$1\text{akb} = \frac{1}{6,02 \times 10^{23}}\text{ gram}$ $\quad (1\text{akb} = \frac{1}{N_A}\text{ gram})$

1 gram = $6,02 \times 10^{23}$ akb $\quad$ (1 gram = N_A akb)

1 tane H atomu = 1 akb

1 tane C atomu = 12 akb

1 tane O atomu = 16 akb

1 tane Cu atomu = 64 akb

1 tane CO molekülü = 28 akb

1 tane H_2O molekülü = 18 akb

1 tane SO_2 molekülü = 64 akb

1 tane NH_3 molekülü = 17 akb

1 tane H_2SO_4 molekülü = 98 akb

Bir elementin 1 tane atomunun gram cinsinden kütlesine **gerçek atom kütlesi,** bir bileşiğin 1 tane molekülünün gram cinsinden kütlesine **gerçek molekül kütlesi** denir.



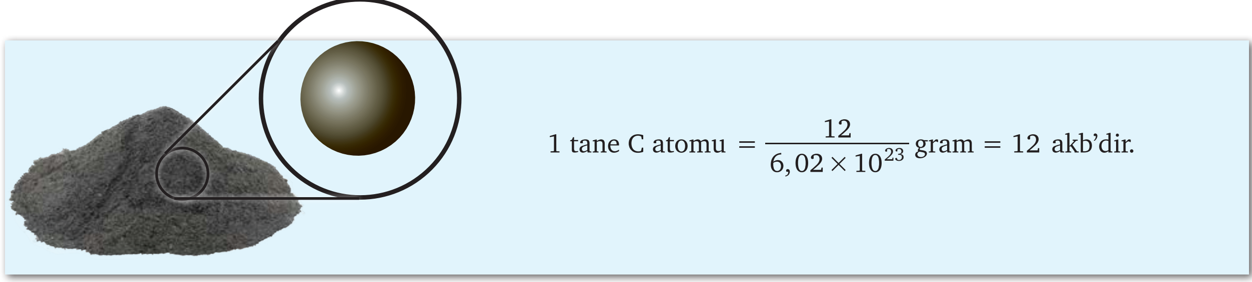
ARAŞTIRINIZ

Atom kütlelerini ölçmek için karbon-12 izotopunun karşılaştırma atomu olarak seçilmesinin nedenlerini araştırınız. Çalışmanızı arkadaşlarınızla sınıf ortamında paylaşınız.

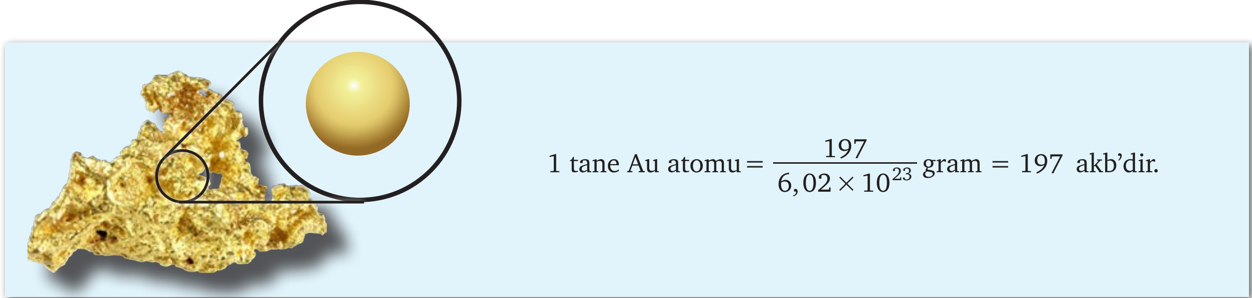
BİLİYOR MUSUNUZ?

Bazen mol yerine;

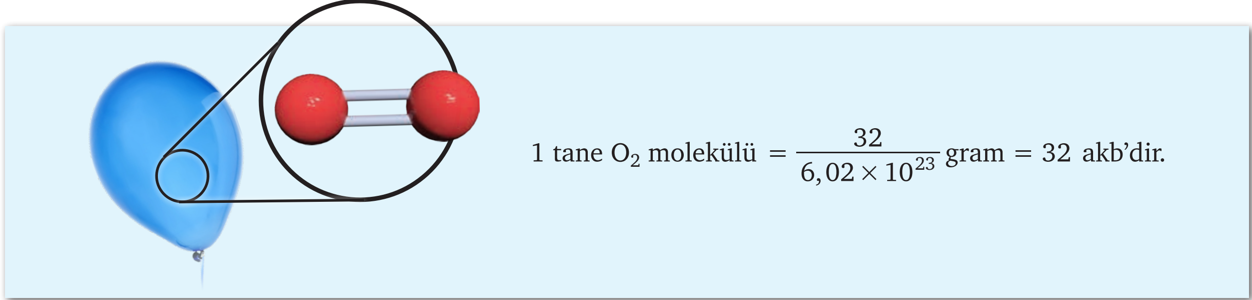
- elementlerde **atom-gram,**
- kovalent bağlı bileşiklerde **molekül-gram,**
- iyonik bağlı bileşiklerde **formül-gram,**
- iyonlarda **iyon-gram** ifadeleri kullanılır.



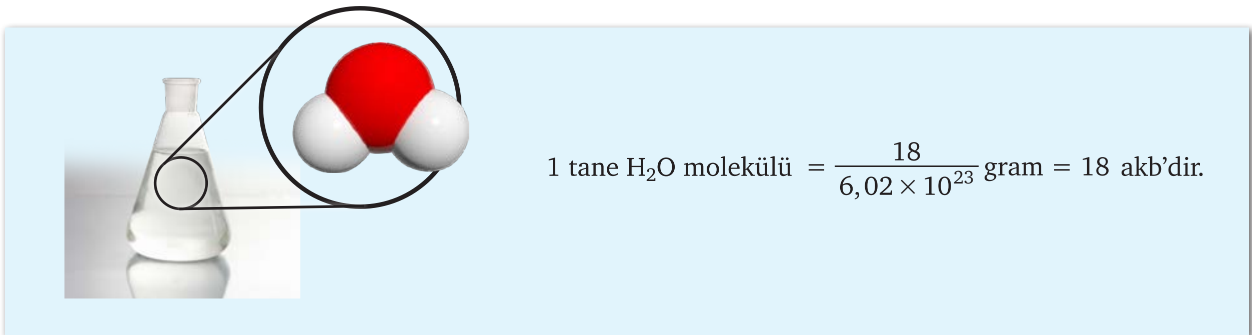
Görsel 1.2.10: Karbon elementi karbon atomlarından oluşur.



Görsel 1.2.11: Altın elementi altın atomundan oluşur.



Görsel 1.2.12: Oksijen elementi O_2 moleküllerinden oluşur.



Görsel 1.2.13: Su H_2O moleküllerinden oluşur.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

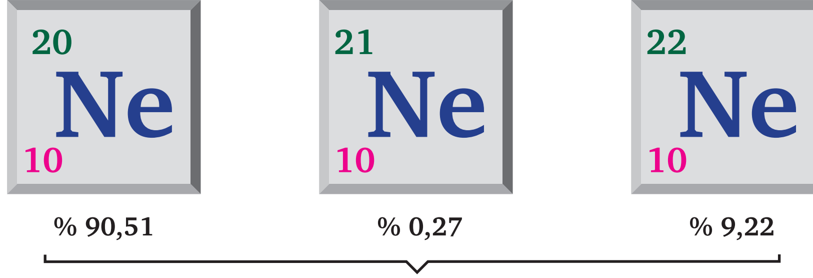
Kütle spektrometresi ile ^{28}Si atomunun bağıl atom kütlesi 27,9769265325 olarak ölçülmüştür.

^{28}Si atomunun bağıl atom kütlesini tam sayıya yuvarlayarak 1 tane Si atomunun kütlesini gram cinsinden bulunuz.

İZOTOP ATOMLAR VE ORTALAMA ATOM KÜTLESİ

Bilim insanları uzunca bir süre Dalton Atom Modeli'nin önerdiği gibi aynı element atomlarının özdeş olduğuna inanmışlardır. Ancak kütle spektrometresinin bulunmasıyla aynı elemente ait farklı kütleli atomların varlığı tespit edilmiştir.

Kütle spektrometresi ile izotop atomların bağıl atom kütleleri ve doğada bulunma yüzdeleri ölçülür. Örneğin kütle spektrometresi ile neonun doğada üç izotopu olduğu bulunmuştur.



Neon Elementinin İzotopları ve Doğada Bulunma Yüzdeleri

İzotopların doğada bulunma yüzdeleri dikkate alınarak ortalama atom kütlesi hesaplanır. Bir elementin izotoplarının kütlelerinin ağırlıklı ortalamasına **ortalama atom kütlesi** denir. Ortalama atom kütlesinin birimi akb'dir.

Bir elementin ortalama atom kütlesi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{\left(\begin{matrix}\text{1. izotopun}\\ \text{yüzdesi}\end{matrix} \times \begin{matrix}\text{1. izotopun}\\ \text{kütlesi}\end{matrix}\right) + \left(\begin{matrix}\text{2. izotopun}\\ \text{yüzdesi}\end{matrix} \times \begin{matrix}\text{2. izotopun}\\ \text{kütlesi}\end{matrix}\right) + \dots}{100}$$

Neonun ortalama atom kütlesi;

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{(90,51 \times 20) + (0,27 \times 21) + (9,22 \times 22)}{100}$$

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = 20,1871 \text{ akb olur.}$$

Ortalama atom kütlesi izotop atomların kütlelerinin değerleri arasında bir değerdir ve doğada bolluk oranı fazla olanın kütlesine yakındır. Neonun ortalama atom kütlesi de doğada bulunma yüzdesi en yüksek olan izotopun sayısal değerine yakındır. Neonun ortalama atom kütlesi 20,1871 akb, mol kütlesi ise 20,1871 gramdır. Bu örnekten de anlaşılacağı gibi elementlerin mol kütlelerinin tam sayı çıkması oldukça zordur. Bu zorluğun iki nedeni vardır:

1. Atom kütlesini oluşturan proton ve nötronlar bir araya geldiğinde bir miktar kütlenin enerjiye dönüşmesi,
2. Atom kütlesi olarak ortalama atom kütlesinin kullanılmasıdır.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Bakır elementinin iki izotopundan $^{63}_{29}Cu$ doğada %80 oranında, $^{65}_{29}Cu$ doğada %20 oranında bulunmaktadır.

Cu atomunun ortalama atom kütlesini bulunuz.

Bakırın ortalama atom kütlesi,

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{(63 \times 80) + (65 \times 20)}{100}$$

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = 63,4 \text{ akb olur.}$$



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

Galyumun izotoplarından ^{69}Ga doğada %60 oranında, ^{71}Ga ise doğada %40 oranında bulunur. Galyumun ortalama atom kütlesi kaçtır?

A) 41,4 B) 28,4 C) 71,4 D) 70,4 E) 69,8

MOL HESAPLAMALARI

Mol Kütlesi Hesaplamaları

1 mol element atomunun gram cinsinden kütlesine o elementin **mol kütlesi** denir. Periyodik tabloda element sembollerinin sol üst köşesinde verilen ortalama atom kütleleri o atomların 1 molünün gram cinsinden kütlesini ve bağıl atom kütlesini verir.

Örneğin Mg elementi için verilen $^{24,305}Mg$ sayısı hesaplamalarda kolaylık olması açısından ^{24}Mg'a yuvarlanabilir. Bir soruda verilen Mg:24 sayısı;

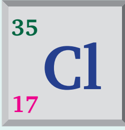
Mg'un bağıl atom kütlesi 24,

Mg'un mol kütlesi 24 gram anlamlarına gelir.

1 mol Mg atomunun kütlesinin 24 gram olması aynı zamanda $6,02x10^{23}$ tane Mg atomunun kütlesinin 24 gram olduğu anlamına gelir.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM



Periyodik tablodan kesiti verilen Cl atomu için yandaki boşlukları doldurunuz.

a) Cl'un bağıl atom kütlesi = ...'dir.

b) 1mol Cl atomu = ... gramdır.

c) $6,02x10^{23}$ tane Cl atomunun kütlesi = ... gramdır.

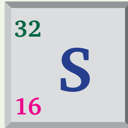
ç) 1 tane Cl atomunun kütlesi = ... gramdır.

d) 1 tane Cl atomunun kütlesi = ... akb'dir.

a) 35, b) 35, c) 35, ç) $35/6,02x10^{23}$, d) 35



ÇÖZEREK ÖĞRENİN



Periyodik tablodan kesiti verilen S atomu için yandaki boşlukları doldurunuz.

a) S'ün bağıl atom kütlesi = ...'dir.

b) 1mol S atomu = ... gramdır.

c) $6,02x10^{23}$ tane S atomunun kütlesi = ...gramdır.

ç) 1 tane S atomunun kütlesi = ... gramdır.

d) 1 tane S atomunun kütlesi = ... akb'dir.

Atomların mol kütlelerinden yararlanarak moleküler elementlerin ve bileşiklerin mol kütleleri de hesaplanır.

1 mol oksijen gazı verilmişse

1 mol O_2 molekülü = 2 mol O atomu

- $6,02x10^{23}$ tane O_2 molekülü = $2x6,02x10^{23}$ tane O atomu
- (1 x 32) 32 gram O_2 molekülü = (2 x 16) 32 gram O atomu

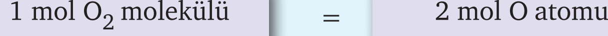
verildiği anlamına gelir.

Bir bileşiğin mol kütlesini bulmak için bileşiği oluşturan elementlerin mol kütleleri ile formüldeki atom sayıları çarpılmalıdır. Bulunan element kütlelerinin toplamı bileşiğin mol kütlesine eşittir.

Örneğin H_2O bileşiğinin mol kütlesi şu şekilde hesaplanır.
(H:1, O:16)

1 mol H atomu = 1 gram
1 mol O atomu = 16 gram olduğundan

H_2O



→1 mol O atomu = 1 x 16 = 16 gram
→2 mol H atomu = 2 x 1 = 2 gram

1 mol ($6,02x10^{23}$ tane) H_2O molekülünün kütlesi = 2 + 16 = 18 gramdır.

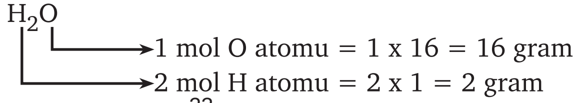
2 mol H_2O verilmişse

4 mol H atomu	2 mol O atomu	Toplam 6 mol atom
$4x6,02x10^{23}$ tane H atomu	$2x6,02x10^{23}$ tane O atomu	$6x6,02x10^{23}$ tane atom
(4x1) 4 gram H atomu	(2x16) 32 gram O atomu	

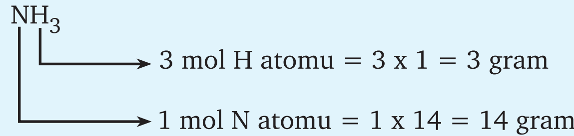
4 + 32 = 36 gram H_2O verildiği anlamına gelir.
(veya 2 x 18 = 36 gram H_2O)

NH_3 bileşiğinin mol kütlesi ve farklı mollerinin kütlesi aşağıdaki şekilde hesaplanır.
(H:1 g/mol, N:14 g/mol)

NH_3



→ 3 mol H atomu = 3 x 1 = 3 gram



→ 1 mol N atomu = 1 x 14 = 14 gram

1 mol NH_3'ın mol kütlesi = 14 + 3 = 17 gramdır. (NH_3:17 g/mol)

2 mol NH_3'ın kütlesi = 2 x 17 = 34 gram

3 mol NH_3'ın kütlesi = 3 x 17 = 51 gram

5 mol NH_3'ın kütlesi = 5 x 17 = 85 gramdır.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

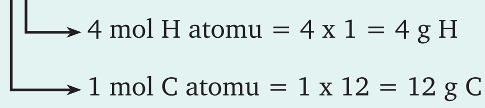
CH_4 bileşiği için

a) Atomların mol sayılarını ve bileşiğin mol kütlesini,

b) 5 mol CH_4 bileşiğindeki atomların mol sayılarını ve bileşiğin kütlesini bulunuz. (H:1 g/mol, C:12 g/mol)

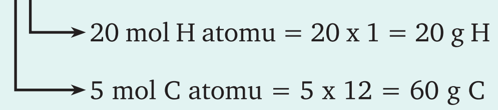
---

a) CH_4



CH_4'ın mol kütlesi 12 + 4 =16 g/moldür.

b) 5 mol CH_4'da



5 mol CH_4'ın kütlesi 60 + 20 =80 g'dır.
(veya 5 x 16 = 80 gram CH_4)



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

1. SO_3, $MgBr_2$, CS_2, CH_3COOH, HNO_3, $CaCO_3$, $Al_2(SO_4)_3$ bileşiklerinin mol kütlelerini hesaplayınız. (H:1 g/mol, C:12 g/mol, N:14 g/mol, O:16 g/mol, Mg:24 g/mol, Al:27 g/mol, S:32 g/mol, Ca:40 g/mol, Br:80 g/mol)

2. Aşağıda verilen bileşiklerin mol kütlesini hesaplayınız. (H:1 g/mol, S:32 g/mol, O:16 g/mol, Ca:40 g/mol, N:14 g/mol, Na:23 g/mol)

H_2SO_4 =

$Ca(NO_3)_2$ =

NaOH =

3. Aşağıda verilen bileşiklerin bir molünün kütlesi kaç gramdır? (H:1 g/mol, O:16 g/mol, Mg:24 g/mol, N:14 g/mol, F:19 g/mol, Fe:56 g/mol, Al:27 g/mol)

a) NH_4NO_3

b) MgF_2

c) Fe_2O_3

ç) $Al(OH)_3$

Bileşiğin formülünde görülen sayılar mol sayıları arasındaki ilişkiyi gösterir. Örneğin 1 mol H_2O molekülü 2 mol hidrojen ve 1 mol oksijenden oluşmuştur. 1 mol su elde etmek istendiğinde 2 mol hidrojenle 1 mol oksijenin tepkimeye girmesi gerekir ancak hidrojen ve oksijen mol olarak ölçülemez. Gazların mol sayısı normal şartlarda veya oda koşullarındaki hacminden ya da kütlesinden yararlanarak hesaplanabilir. **Normal noşullar altında (NKA: 0^oC sıcaklık ve 1 atmosfer basınç)** bütün gazların 1molü 22,4 litre hacim kaplar ya da **oda koşullarında (25^oC sıcaklık ve 1 atmosfer basınç)** bütün gazların 1 molü 24,5 litre hacim kaplar.

Mol sayısı hesaplamalarında kullanılan nicelikler, sembolleri ve en fazla kullanılan birimleriyle aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Ölçülen Nicelik	Sembolü	Birimi
Mol sayısı	n	mol
Kütle	m	gram
Mol kütlesi	M_A	gram/mol
Tanecik sayısı	N	tane
Avogadro sayısı	N_A	tane/mol
Hacim	V	litre
Molar hacim	V_A	litre/mol

Mol-Hacim Hesaplamaları

Gaz miktarı litre olarak verilmişse mol sayısı aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$\text{Mol sayısı} = \frac{\text{Hacim}}{\text{Molar hacim}} \qquad n = \frac{V}{V_A}$$

ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Normal koşullar altında 5,6 litre hacim kaplayan hidrojen gazı kaç moldür?

I. YOL

1 mol gaz ——— 22,4 L ise
X ——— 5,6 L
X = 0,25 mol Hidrojen gazı

II. YOL

$n = \frac{V}{22,4} \qquad n = \frac{5,6}{22,4}$

n=0,25 mol hidrojen gazı

Mol-Kütle Hesaplamaları

Madde miktarı gram olarak verilmişse mol sayısı aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$\text{Mol sayısı} = \frac{\text{Kütle}}{\text{Mol kütlesi}} \qquad n = \frac{m}{M_A}$$

ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Azotun bağıl atom kütlesi 14 olduğuna göre 3 mol azot atomu kaç gramdır?

(Bağıl atom kütlesinden azotun mol kütlesinin 14 gram olduğu anlaşılır.)

M_A: 14 g/mol, n: 3 mol, m: ?

I. YOL

1 mol N atomu ——— 14 g ise
3 mol N atomu ——— m
m = 42 g azot

II. YOL

$n = \frac{m}{M_A} \qquad 3 = \frac{m}{14}$

m = 3x14 = 42 g azot



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

1. Oksijenin mol atom kütlesi 16 gram olduğuna göre 6,4 gram oksijen kaç mol atomdur?

M_A: 16 g/mol
m: 6,4 g
n: ?

I. YOL

1 mol O atomu	16 g ise
n	6,4 g

n = 0,4 mol oksijen

II. YOL

$$n = \frac{m}{M_A} \qquad n = \frac{6,4}{16}$$

$$n = 0,4 \text{ mol oksijen}$$

2. 0,15 mol X elementinin kütlesi 6 gram olduğuna göre X'in atom ağırlığını bulunuz.

n: 0,15 mol
m: 6 g
M_A: ?

I. YOL

0,15 mol X atomu	6 g ise
1 mol X atomu	M_A

M_A = 40 g/mol

II. YOL

$$n = \frac{m}{M_A} \qquad 0,15 = \frac{6}{M_A}$$

$$M_A = 40 \text{ g/mol}$$



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

1. 2 mol H_2O kaç gramdır? (H:1 g/mol, O:16 g/mol)

2. 0,3 molü 12 g olan atomun atom kütlesini bulunuz.

3. 11,2 gram demir kaç moldür? (Fe:56 g/mol)

4. 0,5 mol amonyum fosfat [$(NH_4)_3PO_4$] bileşiğinin mol kütlesini bulunuz. (H:1 g/mol, N:14 g/mol, O:16 g/mol, P:31 g/mol)

- Soruda madde miktarı tane olarak verilmişse mol sayısı aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$\text{Mol sayısı} = \frac{\text{Tanecik sayısı}}{\text{Avogadro sayısı}}$$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

ÖRNEK VE ÇÖZÜM

1. 9,2 gram Na elementi kaç tane atom içerir? (Na:23 g/mol)

"Na:23" ifadesi 1 mol Na'un 23 gram olduğunu anlatır. Soru tanecik sayısı ile ilgili olduğu için Avogadro sayısının ($6{,}02x10^{23}$) soruda kullanılacağı fark edilmelidir.

M_A: 23 g/mol
m: 9,2 g
N_A: $6{,}02x10^{23}$
N: ?

I. YOL

1 mol Na 23 g $6{,}02x10^{23}$ tane atom
9,2 g N

N = $2{,}408\ 10^{23}$ tane Na atomu

II. YOL

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{N}{N_A} \qquad \frac{9{,}2}{23} = \frac{N}{6{,}02x10^{23}}$$

N = $2{,}408\ 10^{23}$ tane Na atomu

2. $1{,}204x10^{23}$ tane Mg atomunun kütlesi kaç gramdır? (Mg:24 g/mol)

M_A: 24 g/mol
N: $1{,}204x10^{23}$ tane
N_A: $6{,}02x10^{23}$
m: ?

I. YOL

1 mol Mg 24 g $6{,}02x10^{23}$ tane atom
m $1{,}204x10^{23}$ tane

m = 4,8 gram Mg atomu

II. YOL

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{N}{N_A} \qquad \frac{m}{24} = \frac{1{,}204 \times 10^{23}}{6{,}02 \times 10^{23}}$$

m = 4,8 gram Mg atomu

3. $1,806x10^{24}$ tane atomunun kütlesi 84 gram olan elementin atom kütlesi kaç gramdır?

N: $1,806x10^{24}$ tane = $18,06x10^{23}$ tane
N_A: $6,02x10^{23}$
m: 84 g
M_A: ?

I. YOL

$18,06x10^{23}$ tane atomu 84 g ise
$6,02x10^{23}$ tane atomu M_A

M_A = 28 gramdır.

II. YOL

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{N}{N_A} \qquad \frac{84}{M_A} = \frac{18,06 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}}$$

M_A = 28 gramdır.
(1 molünün kütlesi olduğu için 28 g/mol)

4. 5 tane atomunun kütlesi 120 akb olan elementin mol atom kütlesi kaç gramdır? (Avogadro sayısı $6x10^{23}$ alınacak.)

I. YOL

5 tane atom 120 akb ise
$6x10^{23}$ tane atom x

$$x = \frac{6 \times 10^{23} \times 120}{5} = 6 \times 10^{23} \times 24 \text{ akb}$$

1 gram $6x10^{23}$ akb ise
M_A gram $6x10^{23}$x 24 akb

M_A= 24 g/mol

II. YOL

Önce bir atomun kütlesi bulunur.

$$1 \text{ tane atomun kütlesi} = \frac{120}{5} = 24 \text{ akb}$$

Bir tane atomun akb cinsinden kütlesi ile 1 mol ($6,02x10^{23}$ tane) atomun gram cinsinden kütlesi aynı sayıdır.

1 tane atom 24 akb = 1 mol atom 24 gram

M_A: 24 g/mol

5. 10 tane karbon (C) atomunun kütlesi kaç gramdır? C:12 (Avogadro sayısı $6x10^{23}$ alınacak.)

N: 10 tane
N_A: $6x10^{23}$
M_A: 12 g/mol
m: ?

I. YOL

1 mol C $6x10^{23}$ tane atom 12 g
10 tane atom m

m = $20x10^{-23}$ gramdır.
(veya $2x10^{-22}$)

II. YOL

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{N}{N_A} \qquad \frac{m}{12} = \frac{10}{6 \times 10^{23}}$$

$m = 20 \times 10^{-23}$ gramdır.
$(\text{veya } 2 \times 10^{-22})$



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

1. 0,5 mol CO_2 molekülü

a) Kaç tane CO_2 molekülü içerir?

b) Kaç tane atom içerir?

c) Kaç gramdır?
(C:12 g/mol, O:16 g/mol, N_A: $6{,}02x10^{23}$)

2. $18{,}06x10^{22}$ tane CH_4 molekülü kaç moldür?
(N_A: $6{,}02x10^{23}$)

3. $2{,}408x10^{23}$ tane N atomu içeren NH_3 bileşiği kaç moldür? (N_A: $6{,}02x10^{23}$)

4. 3 g karbon içeren C_2H_2 molekülü

a) Kaç moldür?

b) Kaç gramdır?

c) Kaç tane H atomu içerir?
(C:12 g/mol, H:1g/mol, N_A: $6{,}02x10^{23}$)

5. $18{,}06 \times 10^{24}$ atom içeren sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) bileşiği

a) Kaç moldür?

b) Kaç tane oksijen atomu içerir?

c) Kaç gram karbon içerir? (N_A: $6{,}02x10^{23}$,
H:1 g/mol, C:12 g/mol, O:16 g/mol,
Na:23 g/mol,)

6. $12{,}04 \times 10^{22}$ tane atomunun ağırlığı 4,8 g olan X elementinin

a) Atom kütlesini bulunuz.

b) 1 tane X atomunun kütlesini bulunuz.
(N_A: $6{,}02x10^{23}$)

NELER KAZANILDI?

1. 6,4 gram oksijen gazı için aşağıdaki soruları cevaplayınız. (O:16 g/mol, N_A: 6,02x10^{23})

a) Kaç mol atom içerir?

b) Kaç mol molekül içerir?

c) Kaç tane atom içerir?

ç) Kaç tane molekül içerir?

d) 1 tane oksijen molekülü kaç gramdır?

2. 1 mol $Al_2(SO_4)_3$ bileşiği için aşağıdaki soruları cevaplayınız. (Al:27 g/mol, S:32 g/mol, O:16 g/mol, N_A: 6,02x10^{23})

a) Kaç mol Al atomu içerir?

b) Kaç mol S atomu içerir?

c) Kaç mol O atomu içerir?

ç) Toplam kaç tane atom içerir?

d) Kaç gramdır?

e) 1 tane $Al_2(SO_4)_3$ bileşiği kaç gramdır?

3. Toplam 1,4 mol atom içeren C_3H_4 bileşiği için aşağıdaki soruları cevaplayınız.
(C:12 g/mol, H:1 g/mol)

a) Kaç mol C_3H_4 molekülü içerir?

b) Kaç gramdır?

c) Kaç gram C içerir?

ç) Kaç mol H atomu içerir?

4. 0,25 mol C_nH_{2n+2} bileşiğinde 1,5 mol H atomu vardır. Buna göre n sayısı kaçtır?

5. 0,4 mol N_2O içeren kaba kaç gram SO_2 molekülü eklenirse toplam oksijen atomu sayısı 3,01x10^{23} olur? (SO_2:64 g/mol, N_A: 6,02x10^{23})

6. Aşağıda verilen miktarlardaki Fe atomu kütlelerinin büyüklük sırası hangi seçenekte doğru verilmiştir? (Fe:56 g/mol)

I. 1 tane Fe atomu
II. 1 mol Fe atomu
III. 56 akb Fe atomu

A) III>II>I B) II>III>I C) II>I=III
D) I=II>III E) I>III>II

7. 0,02 mol NX_3 bileşiği 1,42 gram olduğuna göre X elementinin mol kütlesi nedir? (N:14 g/mol)

8. 18,4 gram XO_2 bileşiğinin 5,6 gramı X olduğuna göre, X elementinin atom kütlesi kaçtır?
(O:16 g/mol)

9. 13,2 gram CO_2 bileşiği ile ilgili aşağıda verilen yargılardan hangisi yanlıştır?
(C:12 g/mol, O:16 g/mol, N_A = 6 x 10^{23} alınız.)

A) 0,3 moldür.
B) 1,8 x 10^{23} tane C atomu içerir.
C) Toplam 0,9 mol atom içerir.
D) 9,6 gram oksijen atomu içerir.
E) 0,1 mol karbon atomu içerir.

10. Eşit sayıda hidrojen atomu içeren

I. CH_4
II. C_2H_4
III. C_3H_8

bileşiklerinin kütleleri hangi seçenekte doğru karşılaştırılmıştır?

A) I=II=III
B) I>II>III
C) II>III>I
D) III>II=I
E) II>I>III

3. BÖLÜM: KİMYASAL TEPKİMELER VE DENKLEMLER

- KİMYASAL TEPKİMELER
- KİMYASAL TEPKİME DENKLEMLERİNİN DENKLEŞTİRİLMESİ



NELER KAZANILACAK? **Kimyasal tepkimeler açıklanırken**

a) Kimyasal tepkime denklemleri denkleştirilecek (Redoks tepkimelerine girilmeyecek),
b) Yanma, sentez (oluşum), analiz (ayrışma), asit-baz, çözünme-çökelme tepkimeleri örneklerle açıklanacak,
c) Kurşun (II) iyodürün çökmesi deneyi yapılacak,
ç) Ayrıca kimyasal tepkimelerin açıklanmasında bilişim teknolojilerinden (animasyon, simülasyon, video vb.) yararlanılacaktır.

1.3.1. KİMYASAL TEPKİME TÜRLERİ



Görsel 1.3.1: Yeşil yapraklı bitkiler kimyasal değişimlerde güneş enerjisini kullanır.



Görsel 1.3.2: Yeni fikirler beyindeki kimyasal tepkimeler sonucu gerçekleşir.

KİMYASAL TEPKİMELER

Yeşil yapraklı bitkiler güneş ışığını kullanarak oksijen ve besin üretirler (Görsel 1.3.1). Bu işlem için laboratuvara gerek duymaz. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşebilmesi için her zaman laboratuvara gerek yoktur. Ancak doğada kendiliğinden oluşan birçok tepkime laboratuvarlarda farklı yollarla gerçekleştirilebilir.

Doğadaki birçok olay kimyasal değişimler sonucu gerçekleşir. Demirin paslanması, meyvelerin çürüyüp kararması, yaprakların sararması örneklerinde olduğu gibi.

Kimyasal değişimlerin gözlemlenmesi sonrasında yeni fikirlerin üretilmesi ve bu fikirlerin bellekte saklanması, beyinde gerçekleşen kimyasal tepkimelerin sonucudur (Görsel 1.3.2).

Kimyasal tepkimeler yaşamın ayrılmaz parçasıdır. Atmosferde, okyanuslarda ve tüm canlı sistemlerde meydana gelen çok çeşitli ve karmaşık süreçlerin birçoğu kimyasal tepkimelerin sonucudur. Bu süreçlerde bir veya daha fazla kimyasal tür farklı kimyasal türlere dönüşebilir. Bu dönüşümler aynı zamanda kimyasal değişimdir.

Kimyasal tepkime bir veya daha fazla maddenin yeni maddelere dönüşmesidir. Kimyasal tepkimeler kimyasal denklemlerle ifade edilir.

Kimyasal Tepkime Denklemlerinin Yazılması

Doğal gazın yaklaşık %90'ını oluşturan CH_4 (metan) gazının O_2 ile tepkimesinden CO_2 ve H_2O oluşur. Tepkime aşağıdaki denklemle gösterilir.



$$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

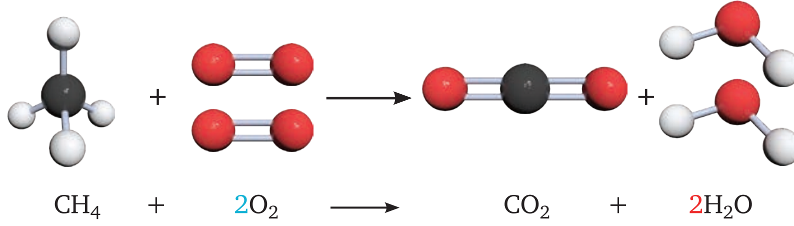
Tepkimedeki "+" işareti CH_4 ve O_2'in tepkimeye girdiğini, ok işaretinin ($\longrightarrow$) yönü tepkimenin soldan sağa doğru gerçekleştiğini ve ürün oluştuğunu gösterir.

Kütlenin Korunumu Kanunu'na göre aynı tür atom sayıları ok işaretinin her iki tarafında eşit olmalıdır. Yukarıda verilen tepkime denkleminde atom sayıları eşit değildir. Tepkimenin sol tarafında, sağ tarafına göre iki hidrojen atomu fazladır. Eşitliği sağlamak için su molekülünün önüne 2 katsayısı yazıldığında sağ taraftaki oksijenlerin toplam sayısı 4 olur. Bu eşitsizliği gidermek için sol taraftaki oksijen molekülünün önüne 2 katsayısı getirilir. Böylece eşitlik sağlanmış olur.



$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

Bu eşitliğin okunuşu, "1 mol metan, 2 mol oksijen ile tepkimeye girerek 1 mol karbon dioksit ve 2 mol su oluşturur." şeklindedir. Tepkime aşağıdaki gibi modellerle de gösterilebilir (Görsel 1.3.3).



$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

Görsel 1.3.3: Metan gazının yanma tepkimesi

Tepkimede CH_4 ve O_2 **tepkimeye girenler (tepkenler, reaktifler veya reaktantlar)**, tepkime sonucu oluşan CO_2 ve H_2O ise **ürün** olarak adlandırılır. Kısaca kimyasal tepkimede girenler ok işaretinin soluna, ürünler ise sağına yazılır.

Girenler $\longrightarrow$ Ürünler

Kimyasal tepkimelerde girenlerin ve ürünlerin fiziksel durumları kimyasal türün sonuna parantez içinde yazılabilir. Gaz (g), sıvı (s) ve katı (k) şeklinde ifade edilir. Suda çözünmüş maddeler ise (aq) veya (suda) ifadesi ile gösterilir.



$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

Bazı tepkimelerde ok işaretinin üzerine tepkimenin gerçekleştiği koşullar (sıcaklık, basınç) ve ek bilgiler (katalizör, ışık gibi) yazılabilir.



$2H_2S(g) + SO_2(g) \xrightarrow{300\ ^oC,\ Al_2O_3} 3S(k) + 2H_2O(s)$

Ayrıca sıcaklığa ihtiyaç duyulan bir tepkimede ısı miktarını belirtmek yerine okun üzerine Latin harfi delta (Δ) yazılabilir.



$CaCO_3(k) \xrightarrow{\Delta} CaO(k) + CO_2(g)$

Kimyasal tepkimelerde bazı özellikler değişmezken, bazı özellikler değişebilir.



BİLİYOR MUSUNUZ?



Görsel 1.3.4: Gaz çıkışı



Görsel 1.3.5: Fosforun yanması

Kimyasal bir tepkimenin gerçekleştiği

- renk değişimi,
- çökelti oluşumu,
- gaz çıkışı (Görsel 1.3.4),
- iletkenlik değişimi,
- ısı değişimi (Görsel 1.3.5) gibi gözlenebilen, ölçülebilen değişikliklerle belirlenebilir.

Kimyasal tepkimelerde **korunan** özellikler:

- Atom sayısı ve türü
- Toplam kütle
- Toplam proton sayısı
- Toplam nötron sayısı
- Toplam elektron sayısı
- Çekirdek yükü
- Toplam yük
- Çekirdeğin yapısı
- Toplam enerji

Kimyasal tepkimelerde **değişebilen** özellikler:

- Mol sayısı
- Molekül sayısı
- Tanecik sayısı
- Madde sayısı ve çeşidi
- Taneciğin elektron sayısı
- Hacim ve basınç (gazlar için)
- Maddenin fiziksel hâli
- Renk, koku, tat, iletkenlik vb.

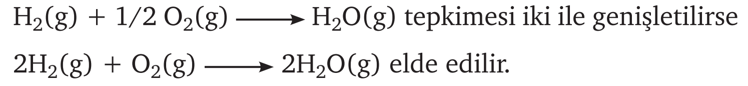
KİMYASAL TEPKİME DENKLEMLERİNİN DENKLEŞTİRİLMESİ

Kimyasal tepkime, tepkimeye giren madde veya maddelerin farklı özellikte madde ya da maddelere dönüşmesi işlemidir. Kimyasal tepkime sırasında gerçekleşen olayları göstermek için kullanılan kimyasal simgelere **kimyasal tepkime denklemi** denir.

Kimyasal tepkime denklemleri her zaman denkleştirilmiş olarak verilmez. Tüm kimyasal denklemlerde atom sayısı ve cinsi korunduğu için kimyasal denklemlerin denkleştirilmesinde aşağıdaki işlemler yapılır.

1. Tepkimeye girenlerin ve oluşan ürünlerin formülleri doğru olarak yazılır.
2. Farklı katsayılar denenerek tepkimenin her iki tarafındaki atom sayılarının eşitliği sağlanır. Tepkimedeki H ve O atomları en son denkleştirilir.

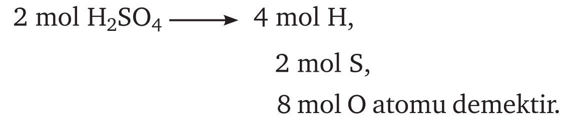
- Formüllerin önündeki katsayılar değişebilir. Ancak bir bileşiği oluşturan elementler farklı katsayılarla genişletilemez. Örneğin su (H_2O) molekülünde oksijen atomunun sayısını iki yapmak için H_2O_2 yazılamaz. H_2O_2 hidrojen peroksit olduğu için sudan farklı bir bileşiktir.
- Eşitleme yapılırken katsayılar tam sayı veya kesirli sayı olabilir. Ancak Fe, Na, K, Mg gibi tek atomlu elementlerin ve bileşiklerin önüne kesirli sayı yazılamaz. Moleküler hâldeki elementlerin önüne kesirli sayılar yazılabilir ($1/2O_2$, $3/2H_2$, $5/2Cl_2$ gibi).
- Kesirli sayılarla işlem yapmamak için tepkime uygun katsayılarla çarpılarak tam sayıya dönüştürülür.



$H_2(g) + 1/2\, O_2(g) \longrightarrow H_2O(g)$ tepkimesi iki ile genişletilirse

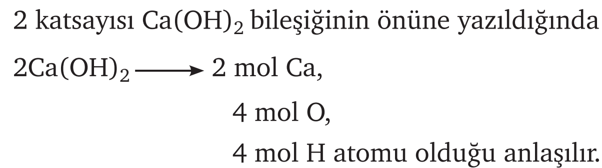
$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$ elde edilir.

- Bileşiğin önüne yazılan katsayılar o bileşikteki atomların tamamına aittir.



2 mol $H_2SO_4 \longrightarrow$ 4 mol H,
2 mol S,
8 mol O atomu demektir.

- Bileşikte parantez dışında alt indis olarak yazılan sayılar parantez içinde yer alan atomlara aittir.



2 katsayısı $Ca(OH)_2$ bileşiğinin önüne yazıldığında

$2Ca(OH)_2 \longrightarrow$ 2 mol Ca,
4 mol O,
4 mol H atomu olduğu anlaşılır.

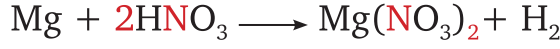
- Denkleştirme yapılırken giren, ürünlerde bir kez yer alan ve kat sayısı 1 olan elementlere dikkat edilir.



$Mg + HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2$

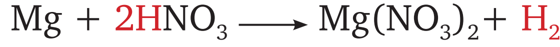
- Denkleminde Mg her iki tarafta da denktir. Bu denkliği bozmamaya dikkat edilerek 2. basamağa geçilir.

- Eşitliğin her iki tarafında da yer alan ancak atom sayıları eşit olmayan elementler önce eşitlenir.



$$Mg + 2HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2$$

- Denklemde eşit olmayan N atomlarının sayısını denkleştirmek için girenler tarafındaki HNO_3 bileşiğinin başına 2 katsayısı getirilir.
- Son olarak tepkimeye giren veya oluşan ürünlerden moleküler hâlde bulunan element eşitlenir.



$$Mg + 2HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2$$

Atom sayılarının eşitliği her iki tarafta da kontrol edilerek tepkime denkliği sağlanmış olur.

Girenler		Ürünler	
Atom Türü	**Atom Sayısı**	**Atom Türü**	**Atom Sayısı**
Mg	1	Mg	1
N	2	N	2
O	6	O	6
H	2	H	2



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Aşağıda verilen tepkimeyi denkleştiriniz.



$$KClO_3 \longrightarrow KCl + O_2$$

1. K ve Cl atomları denklemin her iki tarafında eşit sayıda bulunmaktadır. Bu nedenle $KClO_3$'ın ve KCl'ün katsayıları aynı olmalıdır.
2. Girenler tarafında üç, ürünler tarafında iki oksijen atomu bulunmaktadır. Oksijen atomlarının sayısını eşitlemek için $KClO_3$ bileşiğinin önüne 2 katsayısı, O_2 molekülünün önüne 3 katsayısı yazılarak O atomlarının denkliği sağlanır.



$$2KClO_3 \longrightarrow KCl + 3O_2$$

3. $KClO_3$ bileşiğinin ve KCI bileşiğinin katsayıları eşit olacağı için KCl bileşiğinin önüne 2 katsayısı yazılmalıdır.



$$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$$

4. Son olarak tepkimeye girenler ve ürünlerdeki atom sayılarının denkliği kontrol edilir.

Girenler		Ürünler	
Atom Türü	**Atom Sayısı**	**Atom Türü**	**Atom Sayısı**
K	2	K	2
Cl	2	Cl	2
O	6	O	6



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Propan (C_3H_8) gazının yanma tepkimesini yazarak tepkimeyi denkleştiriniz.

1. Yapısında C ve H bulunan elementler yandığında oluşacak ürün karbon dioksit ve sudur.



$$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

2. Bu tür tepkimelerde önce C atomu sayıları eşitlenir. Girenler tarafında C atomu sayısı 3, ürünler tarafında C atomu sayısı 1'dir. Bu nedenle ürünler tarafındaki CO_2'in önüne 3 yazılır.



$$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow 3CO_2 + H_2O$$

3. Daha sonra H atomu eşitlenir. Girenler tarafında H atomu sayısı 8, ürünler tarafında 2'dir. Suyun önüne 4 yazılarak H atomlarının denkliği sağlanır.



$$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

4. Son olarak oksijen atomlarının sayısı eşitlenir. Girenler tarafında 2, ürünler tarafında 10 oksijen atomu vardır. Girenler tarafındaki oksijenin önüne 5 yazılarak oksijen eşitliği sağlanır.



$$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

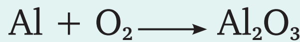
Girenler		Ürünler	
Atom Türü	**Atom Sayısı**	**Atom Türü**	**Atom Sayısı**
C	3	C	3
H	8	H	8
O	10	O	10



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

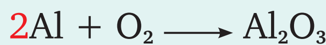
Alüminyum (Al) metalinin havanın oksijen (O_2) ile tepkimesinden oluşan alüminyum oksit (Al_2O_3) oluşumuna ait tepkimeyi yazarak tepkimeyi denkleştiriniz.

1. Soy metaller (Au, Pt) hariç, metallerin oksijenle tepkimesinden metal oksitler oluşur.



$$Al + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$$

2. Girenler tarafında 1 Al, ürünler tarafında 2 Al bulunur. Girenler tarafındaki Al'un önüne 2 katsayısı yazılır.



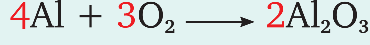
$$2Al + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$$

3. Girenler tarafında 2 oksijen atomu, ürünler tarafında 3 oksijen atomu bulunur. Bu nedenle O_2'in önüne 3/2 yazılır.



$$2Al + 3/2O_2 \longrightarrow Al_2O_3$$

4. Kesirli sayıdan kurtarmak için uygun katsayı ile çarpılır. Her kimyasal türün katsayısı 2 ile çarpılarak genişletilir.



$$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$$

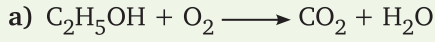
Girenler		Ürünler	
Atom Türü	**Atom Sayısı**	**Atom Türü**	**Atom Sayısı**
Al	4	Al	4
O	6	O	6



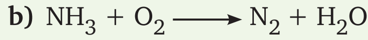
ÇÖZEREK ÖĞRENİN

1. Aşağıda verilen kimyasal tepkimeleri denkleştiriniz.

a) $C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$



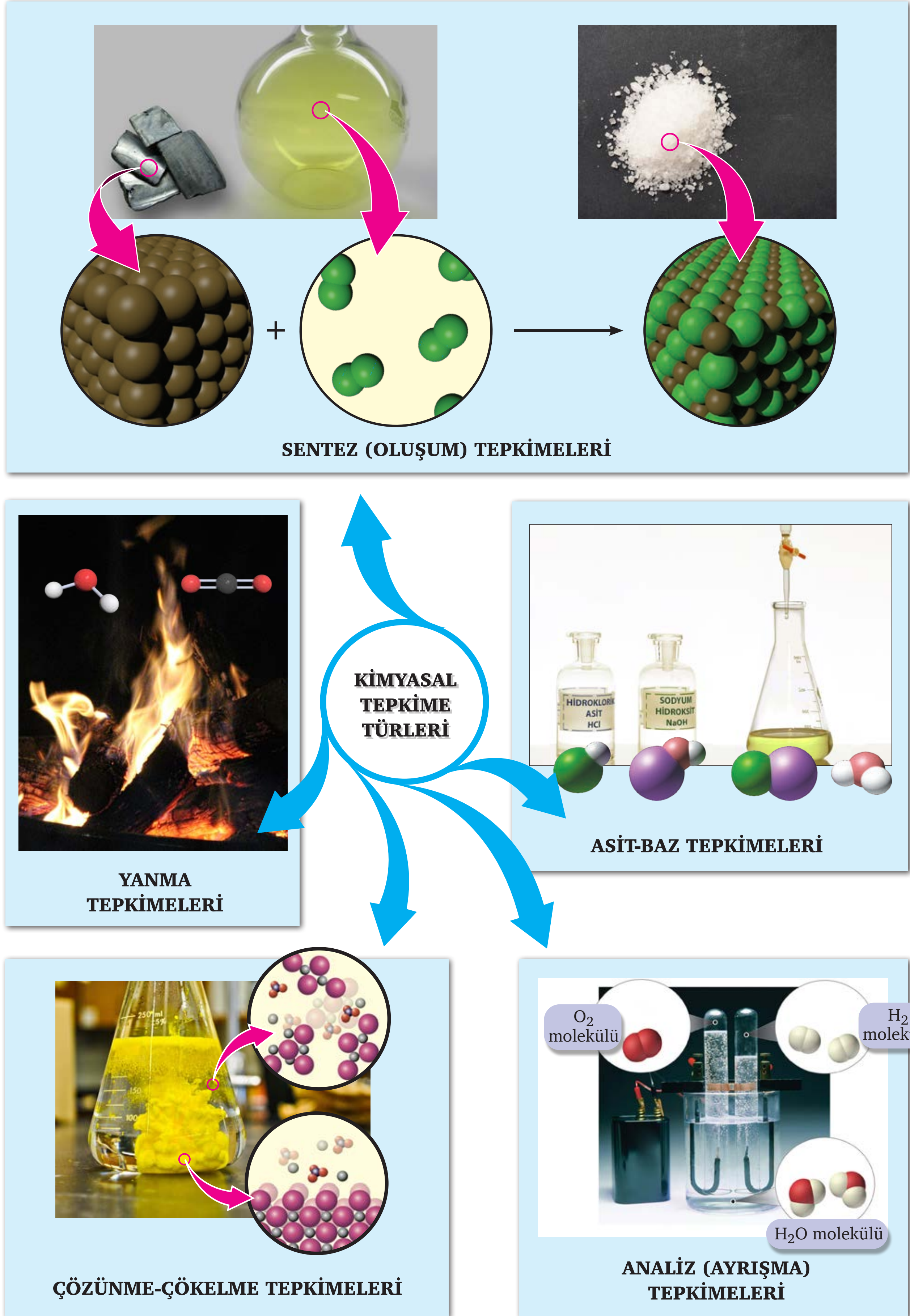
b) $NH_3 + O_2 \longrightarrow N_2 + H_2O$



2. $Fe_2O_3(k) + 2Al(k) \longrightarrow X + 2Fe(s)$

tepkimesinde yer alan X maddesi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Alüminyum(III) oksit
B) Dialüminyum trioksit
C) Alüminyum oksit
D) Alüminyum karbür
E) Alüminyum peroksit



Görsel 1.3.6: Kimyasal tepkime türleri

Yanma Tepkimeleri



Görsel 1.3.7: Yanan odun parçaları



Görsel 1.3.8: Paslanan otomobil



Görsel 1.3.9: Kararan meyve

Yukarıdaki görsellerde yanan odun parçaları (Görsel 1.3.7), paslanmış otomobil (Görsel 1.3.8) ve kararmış meyve (Görsel 1.3.9) görülmektedir. Üç maddede de yanma tepkimesi gerçekleşmiştir. Kararma ve paslanma yavaş yanmadır. Yavaş yanmada ışık görülmez. Odunun yanmasında olduğu gibi yanmaya ışık ve ısı eşlik ediyorsa hızlı yanmadır.

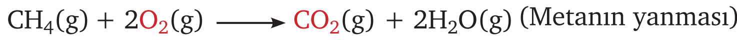
Yanıcı maddenin oksijenle tepkimeye girmesine **yanma,** tepkimeye ise **yanma tepkimesi** denir.

Yanma tepkimelerinde girenler tarafında oksijen, ürünler tarafında yanıcı maddenin oksijenli bileşikleri bulunur. Yanıcı maddenin oksijenli bileşiklerine o maddenin oksidi denir.



$4Fe(k) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(k)$ (Demirin paslanması)

demir(III) oksit



$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ (Metanın yanması)

karbon dioksit

C ve H'den oluşan bileşikler yandığında oluşan ürün CO_2 ve H_2O'dur (Görsel 1.3.10).



$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g) +$ ısı



$C_2H_5OH(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g) +$ ısı



Görsel 1.3.10: Doğal gaz yandığında CO_2 ve H_2O oluşur.

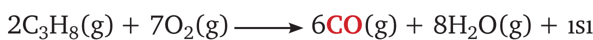
Bütün kimyasal tepkimelere eşlik eden enerji değişimi vardır. Yanma tepkimeleri, N_2 gazının yanması hariç, ekzotermik tepkimelerdir. Bazı yanma tepkimeleri çok yavaş olduğu için sıcaklık değişimi fark edilmeyebilir. Demirin paslanması ve meyvenin kararmasında olduğu gibi.

Yanma olayının gerçekleşmesi için

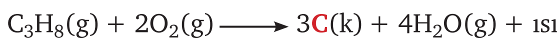
- yanıcı madde,
- hava (oksijen),
- tutuşma sıcaklığı gerekir.

Bu üç faktörden biri eksik olduğunda **yanma** gerçekleşmez. Yanma gerçekleştiğinde yanmayı durdurmak için yapılması gereken işlem yanıcı maddenin oksijenle temasını engellemektir. Bu nedenle yangın söndürme tüplerinde oksijenle tepkime vermeyen ve havadan daha ağır karbon dioksit kullanılır.

Ortamda yeterli oksijen yoksa bileşiğin tam yanması gerçekleşmez. Bu tür yanmada CO ve C oluşur.



$2C_3H_8(g) + 7O_2(g) \longrightarrow 6CO(g) + 8H_2O(g) +$ ısı



$C_3H_8(g) + 2O_2(g) \longrightarrow 3C(k) + 4H_2O(g) +$ ısı

BİLİYOR MUSUNUZ?

Doğal gaz, kömür, odun gibi yapısında C bulunan yakıtların tam olarak yanmaması sonucunda oluşan dumanda CO bulunur. CO tatsız, renksiz ve kokusuz olması nedeniyle fark edilemediği için "sessiz katil" olarak bilinir.

Sentez (Oluşum) Tepkimeleri

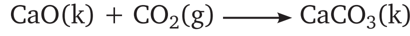
İki veya daha fazla kimyasal türün tepkimeye girerek bileşik oluşturmasına **sentez (oluşum) tepkimesi** denir.

Sentez tepkimesi genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir.



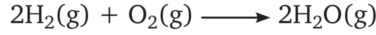
Tepkimeye giren kimyasal türler element veya basit bileşikler olabilir. Ürün olarak elde edilen bileşik genellikle tepkimeye giren bileşikteki atomların tamamını içerir.

Kalsiyum oksit katısı ve karbon dioksit gazının tepkimeye girerek kalsiyum karbonat oluşturması sentez tepkimesidir.



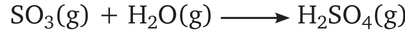
$CaO(k) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(k)$

Hidrojen ve oksijen gazlarının tepkimeye girerek suyu oluşturması sentez tepkimesidir.



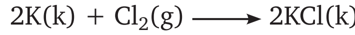
$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$

Asit yağmuru bileşeni olan sülfürik asit oluşumu sentez tepkimesinin doğadaki örneklerinden biridir.

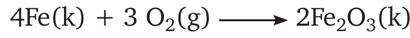


$SO_3(g) + H_2O(g) \longrightarrow H_2SO_4(g)$

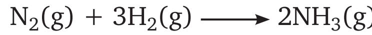
Aşağıda sentez tepkimesine örnekler verilmiştir.



$2K(k) + Cl_2(g) \longrightarrow 2KCl(k)$



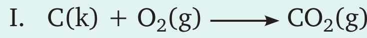
$4Fe(k) + 3\ O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(k)$



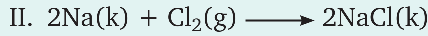
$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$



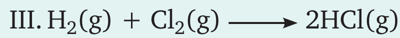
ÖRNEK VE ÇÖZÜM



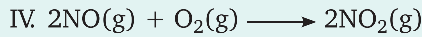
I. $C(k) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$



II. $2Na(k) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(k)$



III. $H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$



IV. $2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$

Yukarıda verilen tepkimelerden hangisi ya da hangileri

a) Sentez tepkimesidir?

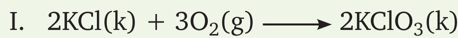
b) Yanma tepkimesidir?

a) I, II, III ve IV. tepkimeler sentez tepkimesidir.

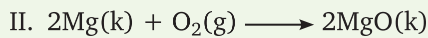
b) I ve IV. tepkimelerde tepkimeye giren maddelerden biri oksijen gazı olduğundan tepkimeler yanma tepkimesidir. Bir tepkime hem sentez hem yanma tepkimesi olabilir.



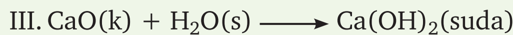
ÇÖZEREK ÖĞRENİN



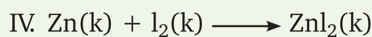
I. $2KCl(k) + 3O_2(g) \longrightarrow 2KClO_3(k)$



II. $2Mg(k) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(k)$



III. $CaO(k) + H_2O(s) \longrightarrow Ca(OH)_2(suda)$



IV. $Zn(k) + I_2(k) \longrightarrow ZnI_2(k)$

Yukarıda verilen tepkimelerden hangisi ya da hangileri

a) Sentez tepkimesidir?

b) Yanma tepkimesidir?

Analiz (Ayrışma) Tepkimeleri

Bir bileşiğin ısı veya elektrik enerjisiyle daha küçük kimyasal türlere ayrışmasına **analiz (ayrışma) tepkimesi** denir.

Analiz tepkimeleri genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir.



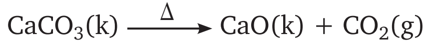
Analiz tepkimeleri sentez tepkimelerinin tersi olarak da tanımlanabilir.

Suyun elektrolizle kendini oluşturan hidrojen ve oksijen gazlarına ayrışması analiz tepkimesine örnektir.



$$2H_2O(s) \xrightarrow{\text{elektroliz}} 2H_2(g) + O_2(g)$$

Analiz tepkimelerine kireç taşı olarak bilinen kalsiyum karbonatın ısı etkisiyle kalsiyum oksit ve karbon diokside ayrışması da örnek verilebilir.

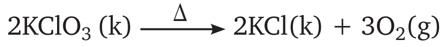


$$CaCO_3(k) \xrightarrow{\Delta} CaO(k) + CO_2(g)$$

Aşağıda analiz tepkimesine örnekler verilmiştir.



$$MgCO_3(k) \xrightarrow{\Delta} MgO(k) + CO_2(g)$$



$$2KClO_3(k) \xrightarrow{\Delta} 2KCl(k) + 3O_2(g)$$



$$2NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$$



BİLİYOR MUSUNUZ?

Elektrik enerjisinden yararlanarak bileşiğin bileşenlerine ayrıştırılmasına **elektroliz** denir.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

Aşağıda verilen tepkimeleri sentez, yanma ve analiz tepkimesi olarak sınıflandırınız.

1. $CO_2(g) \longrightarrow C(k) + O_2(g)$

2. $H_2(g) + I_2(k) \longrightarrow 2HI(s)$

3. $2HgO(k) \longrightarrow 2Hg(s) + O_2(g)$

4. $Zn(k) + I_2(k) \longrightarrow ZnI_2(k)$

5. $2BaO_2(k) \longrightarrow 2BaO(k) + O_2(g)$

6. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$



Görsel 1.3.11: Turunçgillerin ekşi tadı asitliğinden kaynaklanır.

Asit-Baz Tepkimeleri

Kimyacılar genellikle ekşi tada sahip ve aşındırıcı özellikteki bileşikler için asit, sulu çözeltisi kayganlık hissi uyandıran ve acı tada sahip bileşikler için baz terimini kullanmışlardır. Sirkenin ekşiliği asetik asitten, limon ve turunçgillerin ekşiliği sitrik asitten kaynaklanır (Görsel 1.3.11). Sabunlar baz özelliğinden dolayı kayganlık hissi verir (Görsel 1.3.12).

Aşağıda bazı asit ve bazların formülleri ve adları verilmiştir.

HCl: Hidroklorik asit
HNO_3: Nitrik asit
H_2SO_4: Sülfürik asit
CH_3COOH: Asetik asit
HI: Hidroiyodik asit

$LiOH$: Lityum hidroksit
$NaOH$: Sodyum hidroksit
KOH: Potasyum hidroksit
$Ba(OH)_2$: Baryum hidroksit
$Al(OH)_3$: Alüminyum hidroksit

Asitler, su ortamında hidronyum (H_3O^+) iyonları oluşturan bileşiklerdir.



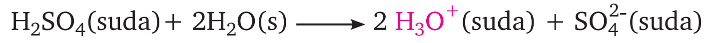
$$HCl(suda) + H_2O(s) \longrightarrow H_3O^+(suda) + Cl^-(suda)$$



$$HNO_3(suda) + H_2O(s) \longrightarrow H_3O^+(suda) + NO_3^-(suda)$$



$$CH_3COOH(suda) + H_2O(s) \longrightarrow CH_3COO^-(suda) + H_3O^+(suda)$$



$$H_2SO_4(suda) + 2H_2O(s) \longrightarrow 2\,H_3O^+(suda) + SO_4^{2-}(suda)$$

Bazlar suya hidroksit iyonu (OH^-) veren veya su ile tepkimesinden hidroksit iyonu oluşturan bileşiklerdir.



$$LiOH(suda) \longrightarrow Li^+(suda) + OH^-(suda)$$



$$NaOH(suda) \longrightarrow Na^+(suda) + OH^-(suda)$$



$$KOH(suda) \longrightarrow K^+(suda) + OH^-(suda)$$



$$Ba(OH)_2(suda) \longrightarrow Ba^{2+}(suda) + 2OH^-(suda)$$



$$AlOH)_3(suda) \longrightarrow Al^{3+}(suda) + 3OH^-(suda)$$

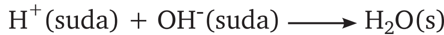


$$NH_3(suda) + H_2O(s) \longrightarrow NH_4^+(suda) + OH^-(suda)$$



Görsel 1.3.12: Sabun baz olduğu için kayganlık hissi verir.

Asit ve baz tepkimesinin en önemli özelliği tepkimede asit ve bazın özelliklerini kaybetmesidir. Çünkü tepkimede asitliğe neden olan H^+ ile bazlığa neden olan OH^- birleşerek suyu oluşturur.

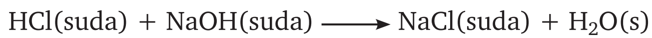


$$H^+(suda) + OH^-(suda) \longrightarrow H_2O(s)$$

Asit ile bazın tepkimeye girerek tuz ve su oluşturmasına **nötralleşme tepkimesi** denir (Görsel 1.3.13). Nötralleşme tepkimesi genel olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir.

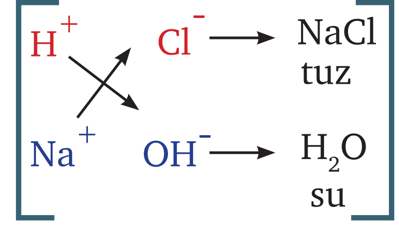


$$Asit + Baz \longrightarrow Tuz + Su$$



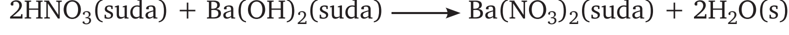
$$HCl(suda) + NaOH(suda) \longrightarrow NaCl(suda) + H_2O(s)$$

Tuz, katyon (H^+ hariç) ve anyondan (OH^- hariç) oluşan iyonik bileşiktir. Tuz oluşurken tuzun katyonu bazın katyonundan, anyonu asitten sağlanır (Görsel 1.3.13).

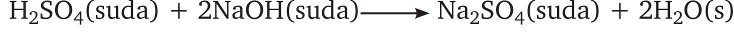


Görsel 1.3.13: Asit-baz tepkimesinden tuz ve su oluşumu

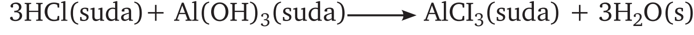
Aşağıda asit-baz tepkimelerine örnekler verilmiştir.



$$2HNO_3(suda) + Ba(OH)_2(suda) \longrightarrow Ba(NO_3)_2(suda) + 2H_2O(s)$$

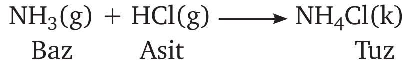


$$H_2SO_4(suda) + 2NaOH(suda) \longrightarrow Na_2SO_4(suda) + 2H_2O(s)$$



$$3HCl(suda) + Al(OH)_3(suda) \longrightarrow AlCl_3(suda) + 3H_2O(s)$$

Her asit-baz tepkimesi nötralleşme tepkimesi değildir. Örneğin amonyak (NH_3) baz, hidroklorik asit (HCI) asit olmasına rağmen tepkime sonucunda su oluşmadığı için nötralleşme tepkimesi değil, asit-baz tepkimesidir.



$$\underset{Baz}{NH_3(g)} + \underset{Asit}{HCl(g)} \longrightarrow \underset{Tuz}{NH_4Cl(k)}$$

Çözünme-Çökelme Tepkimeleri

İki ya da daha fazla maddenin birbiri içinde gözle görülmeyecek kadar küçük parçacıklar hâlinde homojen olarak dağılmasına **çözünme,** oluşan homojen karışımlara **çözelti** denir. Çözeltide genellikle miktarı az olan madde **çözünen,** miktarı çok olan madde **çözücüdür.**

İki çözelti birbiri ile karıştırıldığı zaman tüm çözünenleri oluşturan yeni bir çözelti oluşabildiği gibi çözelti içindeki maddeler de birbiri ile tepkimeye girerek katı (**çökelti** veya **çökelek**) madde oluşturabilir. Katı madde oluşumu çözünen maddelerin çözünürlüğüne bağlıdır.



Görsel 1.3.14: Maddeler az ya da çok çözünebilir.

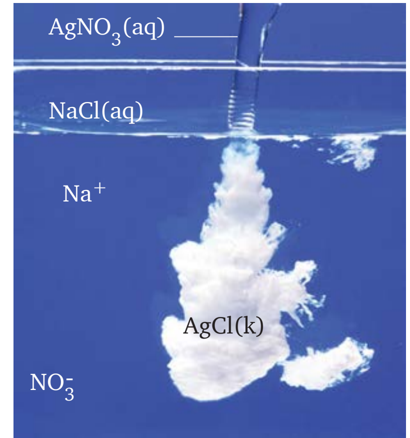
Çözünürlük belirli sıcaklık ve basınçta belirli miktardaki çözücüde çözünen madde miktarı olarak tanımlanabilir. Maddeler az veya çok çözünebilir (Görsel 1.3.14). NaCl ve KCl gibi bazı metal tuzları suda çok çözünürken AgCl, PbI_2 gibi bazı metal tuzları çok az çözünürler. Çok az çözünen tuzlar çözünmez olarak da kabul edilebilir. Az çözünen maddeler çözeltide çökelek oluşturur. Çökelek çözeltiden ayrılan, çözünmeyen katıdır.

İyonik maddeler suda çözündüğünde iyonlarına ayrılır. Bu iyonların birbiri ile tepkimelerinden suda çözünmeyen katı oluşur. Bu tür tepkimelere **çözünme-çökelme tepkimeleri** denir.

Sodyum klorür ve gümüş nitrat suda çözündüklerinde renksiz çözelti oluşturur. Bu tuzların sulu çözeltileri birbiri ile karıştırılırsa beyaz renkli gümüş klorür çökeleği ile suda çok çözünen sodyum nitrat oluşur. Tepkime denklemi aşağıdaki gibidir.



$$NaCl(suda) + AgNO_3(suda) \longrightarrow AgCl(k) + NaNO_3(suda)$$



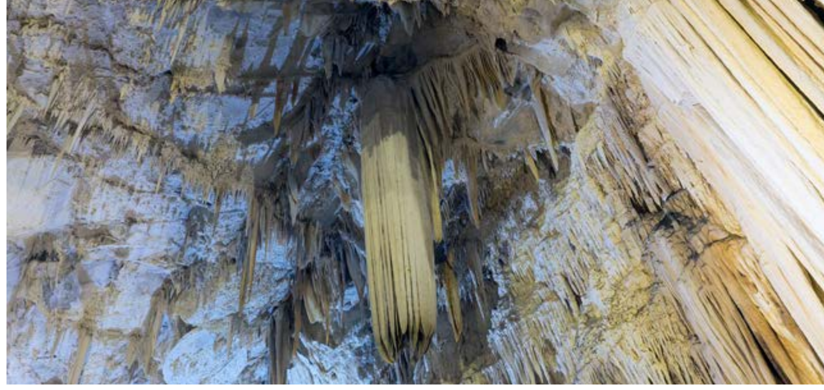
Görsel 1.3.15: Çökelme tepkimesi

Tepkimedeki bileşikler iyonik bileşikler olduğu için suda katyon ve anyonlarına ayrılır. Çözeltideki çözünen türler iyonlar hâlinde bulunurken çözünmeyen iyonlar çökelek oluşturur (Görsel 1.3.15).



$$Na^+ + Cl^- + Ag^+ + NO_3^- \longrightarrow AgCl(k) + Na^+ + NO_3^-$$

Çözeltideki Ag^+ ile Cl^- iyonları birbiri ile tepkimeye girerek suda



Görsel 1.3.16: Sarkıt ve dikitler



Görsel 1.3.17: Travertenler

çok az çözünen hatta çözünmez kabul edilen AgCI çökeleğini oluşturur. $NaNO_3$'ın çözünürlüğü fazla olduğu için $NaNO_3$ çözelti içinde Na^+ ve NO_3^- iyonları şeklinde bulunur. Tepkime vermeyen bu iyonlara **seyirci** veya **gözlemci iyon** denir. Bu iyonlar tepkimenin her iki tarafında da bulunduğu için tepkimeden çıkarılabilir. Tepkimeye katılanlar yazıldığında **tepkimenin net iyon denklemi (net iyon eşitliği)** elde edilir.



$$\cancel{Na^+} + Cl^- + Ag^+ + \cancel{NO_3^-} \longrightarrow AgCl(k) + \cancel{Na^+} + \cancel{NO_3^-}$$



$$Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl(k)$$

Mağaralardaki sarkıt ve dikitler (Görsel 1.3.16), travertenlerin oluşumu (Görsel 1.3.17), su borularındaki tortular çözünme çökelme tepkimelerine örnek verilebilir. Çözünme çökelme tepkimeleri endüstride bazı kimyasal maddelerin eldesinde kullanılır.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

Gümüş nitrat ($AgNO_3$) ile potasyum iyodürün (KI) sulu çözeltileri karıştırıldığında sarı renkli gümüş iyodür (AgI) katısı oluşuyor. Bu tepkimenin denklemini ve net iyon eşitliğini yazınız.

ARAŞTIRINIZ

Yukarıda öğrendiğiniz kimyasal tepkime türlerinin günlük yaşamda nerelerde karşımıza çıktığını araştırınız. Bu konuda bir poster hazırlayınız. Hazırladığınız posteri sınıf panosuna asarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

Kimyasal Tepkime Türü Nasıl Belirlenir?

Kimyasal tepkime türleri; yanma, sentez, analiz, asit-baz, çözünme-çökelme tepkimesi olarak sınıflandırılır. Verilen tepkimenin türünü anlayabilmek için aşağıda verilen sorular cevaplanır. Verilen sorunun cevabına göre tepkimenin türü saptanmış olur.

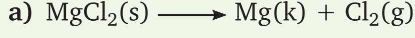
- Tepkime denkleminin girenler kısmında O_2 var mı?
  Girenlerde O_2 var ⟶ **yanma tepkimesidir.**
- Basit kimyasal türler daha büyük bileşikleri oluşturuyor mu?
  Büyük bileşikler oluşuyor ⟶ **sentez (oluşum) tepkimesidir.**
- Büyük bileşikler küçük kimyasal türlere ayrışıyor mu?
  Küçük türlere ayrışıyor ⟶ **analiz (ayrışma) tepkimesidir.**
- Maddelerin sulu çözeltilerinin birbirleri ile verdiği tepkimede katı (çökelek) oluşuyor mu?
  Çökelek oluşuyor ⟶ **çözünme-çökelme tepkimesidir.**
- Asit ve baz tepkimeye girdiğinde tuz ve su oluşuyor mu?
  Tuz ve su oluşuyor ⟶ **nötralleşme tepkimesidir.**



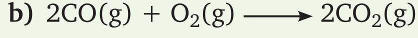
ÇÖZEREK ÖĞRENİN

1. Aşağıda verilen tepkimelerin türlerini karşılarına yazınız.

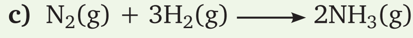
Tepkimenin Türü



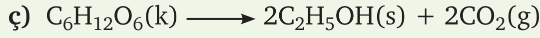
a) $MgCl_2(s) \longrightarrow Mg(k) + Cl_2(g)$ — **a)** ....



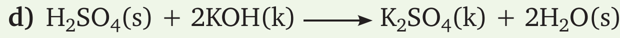
b) $2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)$ — **b)** ....



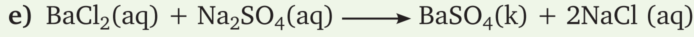
c) $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ — **c)** ....



ç) $C_6H_{12}O_6(k) \longrightarrow 2C_2H_5OH(s) + 2CO_2(g)$ — **ç)** ....



d) $H_2SO_4(s) + 2KOH(k) \longrightarrow K_2SO_4(k) + 2H_2O(s)$ — **d)** ....



e) $BaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \longrightarrow BaSO_4(k) + 2NaCl\ (aq)$ — **e)** ....

2. Aşağıdaki verilen olayların kimyasal tepkime denklemlerini yazarak tepkimeleri denkleştiriniz, tepkime türlerini karşılarına yazınız.

Tepkimenin Türü

a) Potasyum klorür (KCl) katısının oksijen gazı ile tepkimesinden potasyum klorat ($KClO_3$) katısı elde edilir. — **a)** ....

b) Baryum klorür ($BaCl_2$) ve sodyum sülfatın (Na_2SO_4) sulu çözeltileri karıştırıldığında suda çözünmeyen baryum sülfat katısı ve suda çözünen sodyum klorür oluşur. — **b)** ....



BİLİYOR MUSUNUZ?



Görsel 1.3.18: Alüminyum kutu

Alüminyum metali hava ile temas ettiğinde koruyucu bir oksit tabakası yani Al_2O_3 oluşur. Bu tabaka alüminyumun havadaki oksijen ile başka tepkimelerin oluşmasını önler. Bu nedenle gazlı içeceklerin konulduğu alüminyum kutular (Görsel 1.3.18) korozyona (metalik aşınma) uğramaz.

1.3.1. ETKİNLİK KURŞUN(II) İYODÜRÜN ÇÖKMESİ

Araç ve Gereç

- 1 g KI
- 0,8 g $Pb(NO_3)_2$
- 500 mL 'lik saf su
- 500 mL 'lik beherglas
- 250 mL 'lik beherglas (2 adet)
- Sacayak
- Amyant tel
- Kibrit
- İspirto ocağı
- Terazi
- Süzgeç kağıdı



Görsel 1.3.19: KI ve $Pb(NO_3)_2$ maddesi

ETKİNLİĞİN AMACI

Çözünme-çökelme tepkimesinin oluşumunu gözlemlemek.

ETKİNLİK BASAMAKLARI

1. İki farklı süzgeç kâğıdının birine 1 gram potasyum iyodür, diğerine 0,8 gram kurşun(II) nitrat konur (Görsel 1.3.19).
2. 250 mL 'lik beherglaslardan birine KI, diğer beherglasa $Pb(NO_3)_2$ konarak bunların sulu çözeltileri hazırlanır.
3. Hazırlanan çözeltiler 500 mL 'lik beherglasta karıştırılır. Gözlemler not edilir.
4. Beherglastaki çözelti 80 ^oC'a kadar ısıtılır ve gözlemler not edilir.
5. Isıtılan çözelti oda sıcaklığında soğumaya bırakılır.
6. Kapta kalan madde toksik olduğundan kimyasal atıkların toplandığı kaba dökülür.

ETKİNLİĞİN SONUÇLANDIRILMASI

1. KI ve $Pb(NO_3)_2$ çözeltileri birleştirildiğinde ne gibi değişimler gözlemlediniz? Bu gözlemin nedenini açıklayınız.
2. Çözelti ısıtıldığında ne gibi değişiklikler oldu? Bu değişimleri nedenleriyle açıklayınız.
3. Isıtılan çözelti oda sıcaklığında soğumaya bırakıldığında gerçekleşen değişikliğin nedenini açıklayınız.

KI (potasyum iyodür) ve $Pb(NO_3)_2$ [kurşun(II) nitrat] katılarının sulu çözeltileri hazırlandığında her iki madde de iyonik bileşik olduğundan suda iyonlarına ayrışır.



$$K^+(aq) + 2I^-(aq) + Pb^{2+}(aq) + NO_3^-(aq) \longrightarrow PbI_2(k) + K^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

Kurşun ve iyodür iyonları birbiri ile tepkimeye girerek kurşun(II) iyodür katısını oluştururken potasyum ve nitrat çözeltide iyon hâlinde bulunur (Görsel 1.3.20). Tepkimeye katılmayan bu iyonlar seyirci iyonlardır. Seyirci iyonlar tepkimeden çıkarıldığında tepkimenin net iyon denklemi elde edilir.

Görsel 1.3.20: Potasyum iyodür ve kurşun(II) nitratın sulu çözeltilerinin tepkimeleri



$$\cancel{K^+}(aq) + 2I^-(aq) + Pb^{2+}(aq) + \cancel{NO_3^-}(aq) \longrightarrow PbI_2(k) + \cancel{K^+}(aq) + \cancel{NO_3^-}(aq)$$



$$Pb^{2+}(aq) + 2I^-(aq) \longrightarrow PbI_2(k) \text{ (Net iyon denklemi)}$$

Tepkimede oluşan kurşun(II) iyodür katısı 80 ^{o}C'a kadar ısıtıldığında sıcaklık yükseldikçe çözünürlüğü arttığı için sarı renkli kurşun(II) iyodür çözeltisi oluşur. Çözelti oda sıcaklığında soğumaya bırakıldığında bu sıcaklıkta çözünürlük azaldığı için kurşun(II) iyodür katısı tekrar çökmeye başlar.

e KAYNAK

Tepkime türleri
http://www.eba.gov.tr/video/izle/video4f4df04e2f041

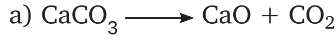


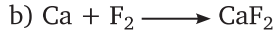
NELER KAZANILDI?

1. Propan(C_3H_8) likit petrol gazının (LPG) bileşenlerinden biridir. Evlerde ısınma ve yemek pişirmede kullanılır. Propan gazının yanması ile ilgili kimyasal tepkimeyi yazarak denkleştiriniz.

2. Güldürücü gaz olarak bilinen diazot monoksit (N_2O), amonyum nitratın (NH_4NO_3) ısı ile bozunmasından elde edilebilir. Oluşan diğer ürün H_2O olduğuna göre tepkimenin denklemini yazarak tepkimeyi denkleştiriniz.

3. Aşağıdaki kimyasal tepkimelerin tepkime türlerini karşılarına yazınız.


a) $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$


b) $Ca + F_2 \longrightarrow CaF_2$


c) $2FeCl_2 + Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$


ç) $KClO_3 \longrightarrow KCl + 3/2O_2$


d) $KOH + HCl \longrightarrow KCl + H_2O$

4. $AgNO_3$ ve NaCl'ün sulu çözeltileri karıştırılıyor. Aşağıdaki gösterimlerden hangisi bu karışımı en iyi ifade eder?

I	II	III	IV
Na^+(suda) Cl^-(suda) Ag^+(suda) NO_3^-(suda)	Ag^+(suda) Cl^-(suda) $NaNO_3$(k)	Na^+(suda) NO_3^-(suda) AgCl(k)	AgCl(k) $NaNO_3$(k)

5. $BaCl_2$(suda) + Na_2SO_4(suda) $\longrightarrow$ $BaSO_4$(k) +2NaCl (suda) tepkimesinin net iyon denklemini yazınız.

6. 
I. $X + 2H_2 \longrightarrow Y$

II. $Y + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ denklemlerine göre X ile gösterilen bileşiğin formülü ne olmalıdır?

4. BÖLÜM: KİMYASAL TEPKİMELERDE HESAPLAMALAR

- SINIRLAYICI BİLEŞEN HESAPLARI
- YÜZDE VERİM HESAPLAMALARI



NELER KAZANILACAK? **Kütle, mol sayısı, molekül sayısı, atom sayısı ve gazlar için normal şartlarda hacim kavramları birbirleriyle ilişkilendirilirken**

a) Sınırlayıcı bileşen hesapları üzerinde durulacak,
b) Tepkime denklemleri temelinde yüzde verim hesapları öğrenilecektir.



Görsel 1.4.1: İlaç hazırlayan eczacı

1.4.1. KİMYASAL HESAPLAMALAR

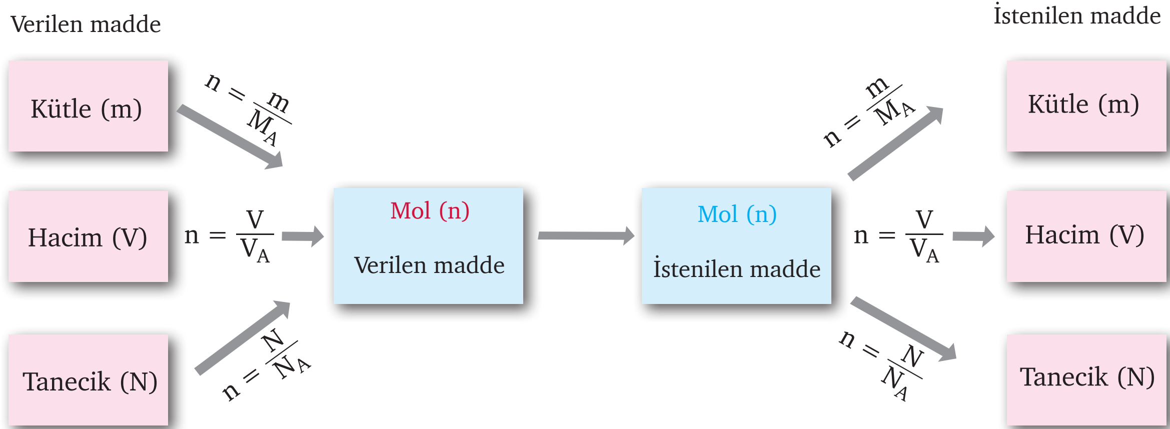
Bir tepkimenin gerçekleşmesi, tepkimenin denklemle ifade edilmesi ve tepkimelerle ilgili hesaplamaların yapılması kimya bilimi açısından oldukça önemlidir. Örneğin ilaç yapan bir eczacı (Görsel 1.4.1) kimyasal hesaplamaları hatalı yaparsa bu hata ölümle sonuçlanabilir.

Tepkimeye başlamadan önce verilen madde miktarlarına göre ne kadar ürün elde edileceğini bilmek gerekir. Belli miktar ürünü elde etmek için başlangıçta ne kadar maddeye ihtiyaç olduğunu hesaplamak kolaylık sağlar. Ayrıca kimyasal hesaplamalar sayesinde maddelerin saf olup olmadığı, maddenin formülü, tepkimenin verimi de bulunabilir.

Hesaplamalarda dikkat edilecekler şunlardır:

- Hesaplama yapmak için tepkime denkleminin doğru yazılması ve denkleştirilmesi gerekir.
- Denkleştirme sırasında maddelerin başına yazılan katsayılar, maddelerin mol sayısını verir.
- Tepkimeye giren maddeler ve oluşan ürünler arasında miktar olarak bağlantı kurulurken mol sayılarından faydalanılır.
- Tepkime denklemi; mol, tanecik, hacim ve kütle açısından yorumlanarak madde miktarları arasında bağlantı kurulur ve hesaplamalar kolayca yapılabilir.

Kimyasal hesaplamalarda madde miktarını mol, tane, litre, gram gibi farklı birimlere çevirmek için aşağıdaki formüller kullanılır.



Kimyasal hesaplama soruları yapılırken maddelerin tepkimedeki miktarları ile sorudaki miktarları arasında basit kıyaslamalar yapılarak sonuca ulaşılır.

Farklı problemlerde maddelerden birinin miktarı verilerek tepkimedeki farklı maddelerin

- Miktarı,
- Yüzdesi,
- Atom veya molekül kütlesi,
- Maddenin formülü,
- Saf olmayan madde içeren problemler sorulabilir.

Madde Miktarlarından Birinin Verildiği Sorular

Kimyasal tepkime denkleminde maddelerden birinin kütlesi, hacmi, mol sayısı veya tanecik sayısı verilebilir. Tepkimedeki farklı maddelerin herhangi bir cinsten miktarı sorulabilir.

Örneğin CH_4 gazının 3 molünün tamamen yanması sırasında

a) Kaç gram O_2 gazı harcanacağı,

b) Normal koşullarda kaç litre CO_2 gazı oluşacağı,

c) Kaç mol H_2O oluşacağı hesaplanabilir. (O:16 g/mol, H:1 g/mol)

Önce denkleşmiş tepkime denklemi yazılır.



$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O\ (s)$

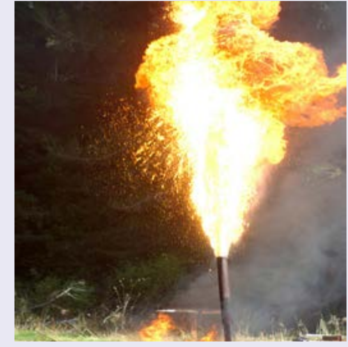
I. YOL: Tepkimenin altına tepkimedeki maddelerin kat sayıları (mol sayıları), bu bilgilerin altına da soruda verilen bilgiler mol cinsinden yazılır.

Soruda miktarı verilen madde çözüm için yol göstericidir. Bu madde kaç kat artıyor veya azalıyorsa diğer maddeler de aynı oranda artar veya azalır. Mol sayıları arasındaki ilişki pratik bir şekilde tepkime üstünde kurulabileceği gibi oran orantı denklemleri sonucunda da elde edilebilir. Bulunan mol sayılarından yararlanılarak soruda istenilen mol, kütle, hacim, tanecik sayısı hesapları yapılır.

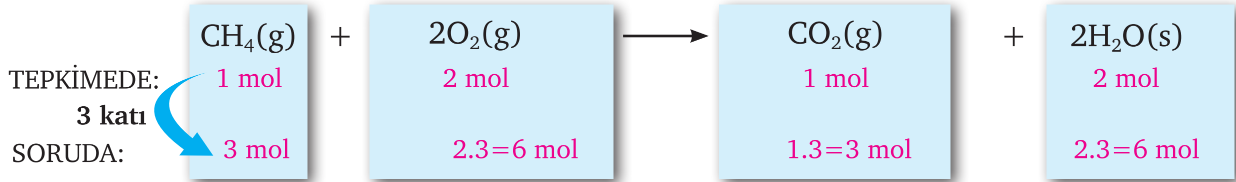


BİLİYOR MUSUNUZ?

Doğal gazın ana bileşeni olan ve çabuk tutuşabilen metan gazı (CH_4) bataklık gazı olarak bilinir (Görsel 1.4.2). Bu gaz çöp toplama merkezlerinde veya maden ocaklarında yangına ve patlamaya sebep olabilir.



Görsel 1.4.2: Metan gazının yanması



a) 1 mol CH_4 — 2 mol O_2 ile tepkimeye giriyorsa
3 mol CH_4 — x mol O_2 ile tepkimeye girer

$$x = \frac{3 \cdot 2}{1} = 6 \text{ mol } O_2$$

$$n = \frac{m}{M_A}$$

$$6 = \frac{m}{32}$$

$$m = 6 \cdot 32 = 192 \text{ gram } O_2$$

b) 1 mol CH_4 — 1 mol CO_2 elde ediliyorsa
3 mol CH_4 — x mol CO_2 elde edilir

$$x = \frac{3 \cdot 1}{1} = 3 \text{ mol } CO_2$$

$$n = \frac{V}{V_A}$$

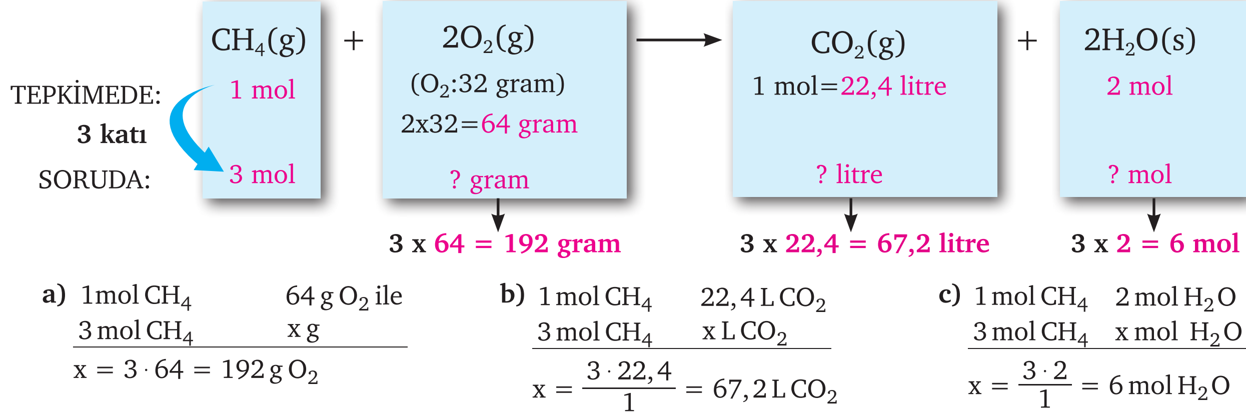
$$3 = \frac{V}{22,4}$$

$$V = 3 \cdot 22,4 = 67,2 \text{ litre}$$

c) 1 mol CH_4 — 2 mol H_2O elde ediliyorsa
3 mol CH_4 — x mol H_2O elde edilir

$$x = \frac{3 \cdot 2}{1} = 6 \text{ mol } H_2O$$

II. YOL: Mol sayısı yerine madde miktarları, soruda istenilen mol, kütle, hacim, tanecik sayısına dönüştürülür. Madde miktarları arasındaki ilişki tepkime üstünde kurulabileceği gibi oran orantı denklemleri sonucunda da elde edilebilir.



Azot ve hidrojen gazlarından amonyak gazı elde edilirken harcanan ve elde edilen madde miktarlarını farklı birimlerde, tablo üzerinde inceleyelim (Tablo 1.4.1).

Tablo 1.4.1: Kimyasal Tepkimenin Yorumlanması

Atomların Mol Kütlesi (N:14 , H:1)	$1N_2(g)$ +	$3H_2(g)$ →	$2NH_3(g)$
Mol sayısı (n)	1 mol azot molekülü (2 mol azot atomu)	3 mol hidrojen molekülü (6 mol hidrojen atomu)	2 mol amonyak molekülü (2 mol azot + 6 mol hidrojen atomu)
Aynı koşulda Hacim (V)	1 hacim azot gazı	3 hacim hidrojen gazı	2 hacim amonyak gazı
Normal koşulda (NKA) Hacim (V)	1 x 22,4=22,4 litre azot gazı	3 x 22,4= 67,2 litre hidrojen gazı	2 x 22,4 = 44,8 litre amonyak gazı
Kütle (m) (gram)	28 gram azot gazı	6 gram hidrojen gazı	34 gram amonyak gazı

Tepkimede, maddelerin başına yazılan katsayılar mol sayısını, tanecik sayısı oranını ve gaz hâlindeki maddeler için hacim oranını belirtir. Maddelerin başına yazılan katsayılar kütle oranı olarak kullanılamaz çünkü maddelerin mol kütleleri farklıdır.

Tepkimede, 1 mol azot gazı 3 mol hidrojen gazı ile birleşerek 2 mol amonyak gazı oluşturmaktadır. Kullanılan azotun 3 katı hidrojen kullanıldığına ve kullanılan azotun 2 katı amonyak oluştuğuna dikkat edilmelidir. Tepkimede, 5 mol azot kullanılırsa 15 mol hidrojen kullanılması gerekir ve sonuçta 10 mol amonyak elde edilir (Kullanılan azot miktarı 5 kat artırılınca kullanılan hidrojenin ve oluşan amonyağın da aynı oranda arttığına dikkat edilmelidir.).

Hacim olarak incelendiğinde N_2, H_2, NH_3 arasında yine 1, 3, 2 oranının olduğu görülmektedir. Aynı koşullar altında tepkimede 2 litre N_2 varsa 6 litre H_2 kullanılır ve tepkime sonucu 4 litre NH_3 elde edilir.

Tepkime normal koşullar altında gerçekleştiğinde tepkimede 22,4 L N_2 kullanılırsa 67,2 L H_2 kullanılır ve tepkime sonucu 44,8 L NH_3 elde edilir. Azot hacmi yarıya indirilirse tepkimede 11,2 L N_2 ve 33,6 L H_2 kullanılır. Sonuçta 22,4 L NH_3 elde edilir.

Tepkime tanecik sayısı olarak incelenirse 1 tane N_2 molekülü kullanıldığında 3 tane H_2 molekülü kullanılır ve tepkimede 2 tane NH_3 molekülü elde edilir.

Kimyasal maddelerin tanecikleri gözle görülemeyecek kadar küçüktür. Tanecik sayıları ifade edilirken genellikle 1 molün tanecik sayısı olan Avogadro sayısı N_A tane ($6{,}02x10^{23}$) ile ifade edilir. Tepkimedeki katsayılardan N_A tane ($6{,}02x10^{23}$) N_2 molekülü, 3 N_A tane ($3x6{,}02x10^{23}=18{,}06x10^{23}$) H_2 molekülü kullanılacağı ve 2 N_A tane ($2x6{,}02x10^{23}=12{,}04x10^{23}$) NH_3 molekülü elde edileceği açıktır.

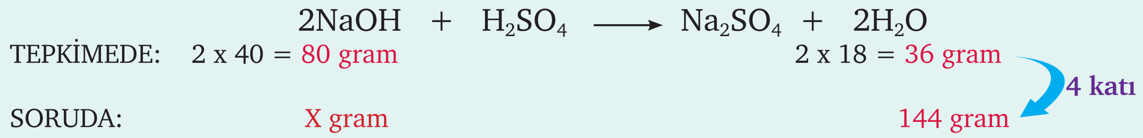
Maddeler arasında hesaplamalar kütle olarak yapılırsa aynı oran görülmez. Kullanılan ve oluşan maddelerin molünden kütlelerine geçildiğinde 28 gram N_2 ve 6 gram H_2 kullanıldığı ve 34 gram NH_3 elde edildiği görülür. Tepkimede 2,8 gram N_2 ve 0,6 gram H_2 kullanılsaydı 3,4 gram NH_3 elde edilirdi.

Bir kimyasal tepkimede kütle korunacağı için girenlerin kütleleri toplamı (28 + 6) ürünlerin kütleleri toplamına (34) eşit olmalıdır. Kimyasal tepkimelerde kütle her zaman korunurken mol, tanecik sayısı ve hacim her zaman korunmayabilir. Bu nedenle girenler ve ürünlerin katsayıları toplamı eşit olmayabilir.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

$2NaOH(k) + H_2SO_4(suda) \longrightarrow Na_2SO_4(k) + 2H_2O(s)$ tepkimesine göre, 144 gram su elde etmek için yeterince H_2SO_4 ile kaç gram NaOH tepkimeye girmelidir? (NaOH:40 g/mol, H_2O:18 g/mol)



	2NaOH +	H_2SO_4 $\longrightarrow$ Na_2SO_4 +	$2H_2O$	
TEPKİMEDE:	2 x 40 = 80 gram		2 x 18 = 36 gram	4 katı
SORUDA:	X gram		144 gram	

I. YOL

H_2O miktarı 4 katına çıktığına göre NaOH miktarı da 4 katına çıkmalıdır.

80x4 = 320 gram NaOH

II. YOL

80 g NaOH — 36 g H_2O

x g — 144 g H_2O

$$x = \frac{80 \cdot 144}{36} = 320 \text{ g NaOH}$$



ÇÖZEREK ÖĞRENİN



$2Al(k) + 6HCl(suda) \longrightarrow 2AlCl_3(suda) + 3H_2(g)$

tepkimesine göre, oluşan H_2 gazının normal koşullarda hacmi 6,72 litredir.

Buna göre tepkimede

a) Kaç tane Al atomu kullanılmıştır?

b) Kaç mol HCl harcanmıştır?

c) Kaç gram $AlCl_3$ oluşmuştur? (Al:27 g/mol, Cl:35,5 g/mol)

BİLİYOR MUSUNUZ?

Kimyasal hesaplama sorularında bazı maddeler için kullanılan "yeterince-yeterli miktarda" ifadesi o maddenin tepkime sonunda artmadığını ve tepkimeye girdiği diğer maddeyi tamamen tükettiğini anlatır. İki madde de tükeneceği için artanı olmayan (artansız) tepkime gerçekleşir.

Soruda bir madde için "aşırı miktarda" ifadesi kullanılıyorsa o maddeyle tepkimeye giren madde tamamen tükenirken aşırı miktardaki maddenin artacağı anlaşılır. Bu durumda tamamen tükenen madde için "sınırlayıcı bileşen", fazla miktarda kullanılan madde için "artan bileşen" ifadeleri kullanılır. Böyle tepkimelere de **artanlı tepkime** denir.

Görsel 1.4.3: Metanın (CH_4) molekül formülü

Görsel 1.4.4: Etanın (C_2H_6) molekül formülü

Aynı Anda Oluşan Tepkimeler

Bazı tepkimeler ile ilgili sorularda iki ya da daha fazla element veya bileşik içeren karışımlar bulunur. Karışımdaki maddelerin miktarını ve yüzde oranlarını hesaplayabilmek için maddenin denkleşmiş tepkimesi yazılır.

Örneğin CH_4 ile C_2H_6 (Görsel 1.4.3 ve 1.4.4) gaz karışımının 5 molünün tamamen yanması sırasında 8 mol CO_2 gazının oluştuğu tepkimede

- Karışımdaki gazların mol sayıları,
- Karışımdaki gazların molce yüzdeleri,
- Karışımın NKA'da kaç litre hacim kaplayacağı,
- Karışımdaki gazların hacimleri ve hacimce yüzdeleri,
- Karışımdaki gazların kütleleri,
- Karışımdaki gazların kütlece yüzdeleri hesaplanabilir.

(C:12 g/mol, H:1 g/mol)

CH_4 ve C_2H_6'nın yanma tepkimeleri yazılır.

$CH_4(g)$ + $2O_2(g)$ ⟶ $CO_2(g)$ + $2H_2O(s)$
X mol → X mol

$C_2H_6(g)$ + $7/2O_2(g)$ ⟶ $2CO_2(g)$ + $3H_2O(s)$
Y mol → 2Y mol

toplam 5 mol   toplam 8 mol

Tepkimedeki maddelerin katsayılarından faydalanarak maddeler arasında bağlantı kurulur. İki bilinmeyenli denklem oluşturulur ve çözüm yapılır.

-/ X + Y = 5
X + 2Y = 8
Y = 3   X = 2

CH_4 (X) = 2 mol
C_2H_6 (Y) = 3 mol

5 molde   2 mol CH_4 ise
100 molde   x
x = 40

5 molde   3 mol C_2H_6 ise
100 molde   x
x = 60

Karışım **molce** % 40'ı CH_4 , % 60'ı C_2H_6 içerir.

NKA'da gazların;   1 molü   22,4 litre hacim kaplarsa
5 molü   x
x = 112 litre gaz karışımı

1 mol gaz   22,4 litre hacim
2 mol CH_4 x
x = 44,8 litre CH_4 gazı

1 mol gaz   22,4 litre hacim
3 mol C_2H_6 x
x = 67,2 litre C_2H_6 gazı

112 litrede   44,8 litre CH_4
100 litrede   x
x = 40

112 litrede   67,2 litre C_2H_6
100 litrede   x
x = 60

Karışım **hacimce** % 40'ı CH_4 , % 60'ı C_2H_6 içerir.

Gazlar için mol ve hacim doğru orantılı olduğu için karışımdaki gazların molce ve hacimce yüzdeleri aynı çıkar çünkü, gazın türü ne olursa olsun eşit moldeki gazlar eşit hacim kaplar.

Karışımdaki gazların mol kütleleri (M_A)

CH_4: 12 + 4 = 16 g/mol

C_2H_6: 24 + 6 = 30 g/mol

1 mol CH_4 — 16 gram
2 mol — x
x = 32 gram CH_4 gazı

1 mol C_2H_6 — 30 gram
3 mol — x
x = 90 gram C_2H_6 gazı

Gaz karışımının toplam kütlesi 32 + 90 = 122 gramdır.

122 gramın — 32 gramı CH_4
100 gramda — x
x ≈ 26,2 (yaklaşık)

122 gramın — 90 gramı C_2H_6
100 gramda — x
x ≈ 73,8 (yaklaşık)

Karışım **kütlece** % 26,2 CH_4 , % 73,8 C_2H_6'dan oluşmuştur.

Karışımdaki gazların molce ve hacimce yüzde oranları birbirine eşit olduğu hâlde karışımdaki gazların kütlece oranları çoğunlukla farklıdır. Maddelerin başına yazılan katsayılar maddelerin mol ve hacim oranını belirtirken kütlece oranını belirtmez.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Zn ile Ag'den oluşan 160 gram karışım yeterince HCl ile tepkimeye girince NKA'da 44,8 L H_2 gazı açığa çıktığına göre

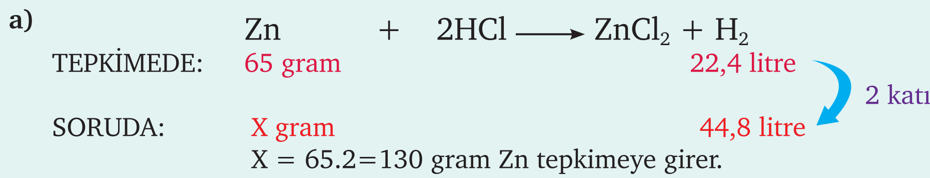
a) Karışımdaki gümüşün kütlesi kaç gramdır?

b) Karışımdaki gümüşün kütlece yüzdesi nedir? (Zn: 65 g/mol)

(Karışımdaki çinko metali **Zn(k) + 2HCI(suda) ⟶ ZnCI₂(suda) + H₂(g)** denklemine göre tepkimeye girerken karışımdaki gümüş yarı soy metal olduğu için hidroklorik asit ile tepkime vermez.)

Tepkime sonunda açığa çıkan H_2 gazı Zn'nun HCl ile tepkimesi sonucunda oluşmuştur. Bu nedenle Zn'nun HCI ile tepkimesini yazmak yeterlidir.

a)



	Zn + 2HCl ⟶	$ZnCl_2$ + H_2
TEPKİMEDE:	65 gram	22,4 litre
SORUDA:	X gram	44,8 litre

X = 65.2=130 gram Zn tepkimeye girer.

Karışımda 160 -130 = 30 gram Ag bulunmaktadır.

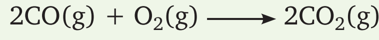
b) 160 gram karışımda — 30 gram Ag varsa
100 gramda — x
x = 18,75
Karışımda kütlece % 18,75 Ag bulunmaktadır.



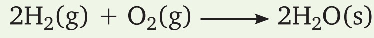
ÇÖZEREK ÖĞRENİN

25 mol CO, H_2 ve He gaz karışımı tamamen yandığında 8 mol O_2 harcandığına göre karışımdaki He gazı kaç moldür?

Karışımda bulunan karbon monoksit ve hidrojen aşağıdaki tepkime denklemlerine göre yanarken He soy gaz olduğu için tepkimeye girmez.



$2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)$



$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(s)$

Atom ve Molekül Kütlesinin (M_A) Hesaplanması

Kimyasal tepkimede bir elementin atom kütlesi veya bir bileşiğin molekül kütlesi sorulabilir. Denkleşmiş tepkimedeki katsayılardan (mol sayıları) faydalanılarak sorulan maddenin 1 molünün kütlesi bulunur.

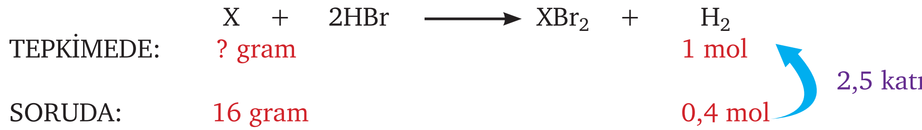
Örneğin, $X(k) + 2HBr(suda) \longrightarrow XBr_2(suda) + H_2(g)$ tepkimesine göre

• 16 gram X yeterince HBr ile tepkimeye girdiğinde NKA'da 0,4 mol H_2 gazı açığa çıkıyor. X elementinin atom kütlesi sorulduğunda:

Tepkimenin altına problemde verilen madde miktarları yazılır.

Tepkimenin üst kısmına tepkimedeki miktarlar aynı birim cinsinden yazılır.

Soruda verilen miktarlardan faydalanılarak tepkimedeki miktarlar bulunur. Tepkimede 1 mol yani mol kütlesi kadar X metali kullanıldığında 1 mol H_2 gazı oluşur.



	X	+	$2HBr$	$\longrightarrow$	XBr_2	+	H_2	
TEPKİMEDE:	? gram						1 mol	2,5 katı
SORUDA:	16 gram						0,4 mol	

I. YOL

H_2 miktarı 2,5 katına çıktığına göre X miktarı da 2,5 katına çıkmalıdır.

16x2,5 = 40 gram X

Tepkimede 1 mol X olduğundan X'in atom kütlesi 40 g/mol'dür.

II. YOL

0,4 mol H_2 — 16 g X

1 mol H_2 — ? g

$$? = \frac{16 \cdot 1}{0,4} = 40 \text{ g X}$$

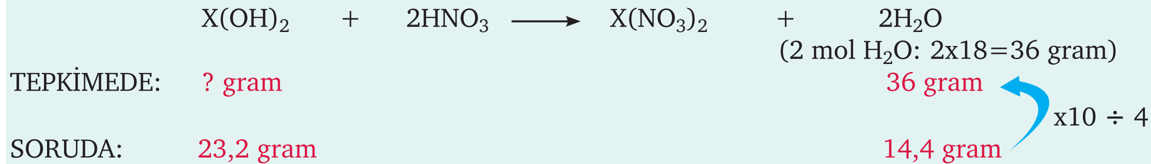


ÖRNEK VE ÇÖZÜM

$X(OH)_2(k) + 2HNO_3(suda) \longrightarrow X(NO_3)_2(suda) + 2H_2O(s)$ tepkimesine göre 23,2 gram $X(OH)_2$ yeterince HNO_3 ile tepkimeye girdiğinde 14,4 gram H_2O oluşuyor.

Buna göre X elementinin mol kütlesini hesaplayınız. (H_2O:18 g/mol)

Tepkimedeki katsayılara göre 1 mol $X(OH)_2$ bileşiğinden 2 mol H_2O oluşur. Soruda 14,4 gram H_2O oluştuğu belirtildiğine göre tepkimedeki 2 mol H_2O kütlesinin kaç gram olduğu tepkimenin üzerine yazılır. Tepkimede kullanılan $X(OH)_2$ bileşiğinin gramı verildiği için oran orantı sonucunda tepkimedeki $X(OH)_2$'nin kütlesi bulunmuş olur. Tepkimedeki $X(OH)_2$'nin katsayısı 1 olduğu için bulunan bu değer mol kütlesidir.



	$X(OH)_2$	+	$2HNO_3$	$\longrightarrow$	$X(NO_3)_2$	+	$2H_2O$ (2 mol H_2O: 2x18=36 gram)	
TEPKİMEDE:	? gram						36 gram	x10 ÷ 4
SORUDA:	23,2 gram						14,4 gram	

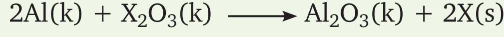
? = 58 gram $X(OH)_2$ tepkimeye girer.

$X(OH)_2$= 58 g/mol $\qquad X + (16 + 1) \times 2 = 58 \Rightarrow X + (17) \times 2 = 58 \Rightarrow X + 34 = 58$

$\Rightarrow M_{A(X)}$: 24 g/mol bulunur.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN



$2Al(k) + X_2O_3(k) \longrightarrow Al_2O_3(k) + 2X(s)$

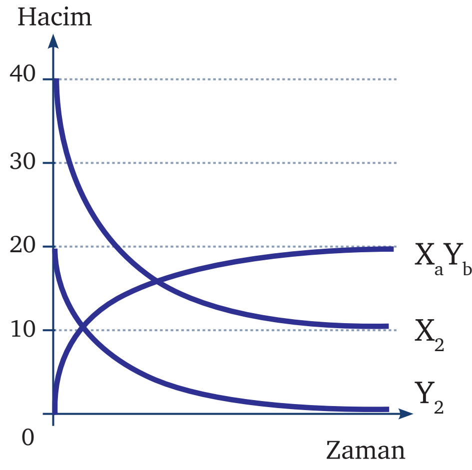
tepkimesine göre 10,8 gram Al metali 32 gram X_2O_3 bileşiği ile artansız tepkimeye girmektedir. **Bileşikteki X elementinin mol kütlesi kaçtır?**

(O:16 g/mol, Al:27 g/mol)

Bileşik Formülü Bulma

Sorularda maddenin 1 molünün tepkimesinden oluşan maddeler belirlenir. Tepkime denkliğinden yararlanılarak formül bulunur.

Örneğin hacim-zaman grafiği verilen X_aY_b bileşiğinin formülü sorulduğunda

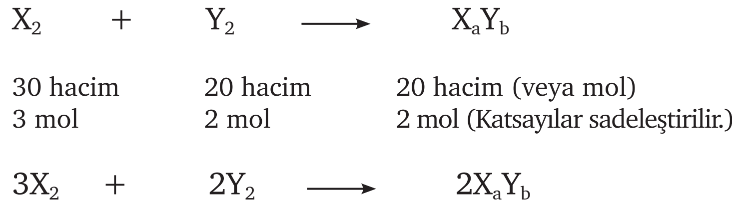


Grafik 1.4.1: X_aY_b bileşiğinin oluşumu sırasındaki hacim-zaman grafiği

Grafik 1.4.1'de

- 40 - 10 = 30 hacim X_2 ve
- 20 - 0 = 20 hacim Y_2 harcandığı,
- tepkime sonucunda 20 hacim X_aY_b oluştuğu görülür.

Tepkimede mol sayısı, tanecik sayısı ve hacim (gazlarda) doğru orantılı olduğu için hacim değerleri mol olarak yazılabilir.

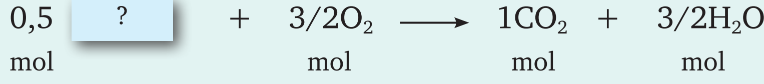


Tepkimeye 6X atomu girmiştir. Ürünlerde de 6X atomu olması için a sayısı 3 olmalı. Aynı şekilde girenlerde ve ürünlerde 4Y atomu olması için b sayısı 2 olmalıdır. Bileşiğin formülü X_3Y_2'dir.

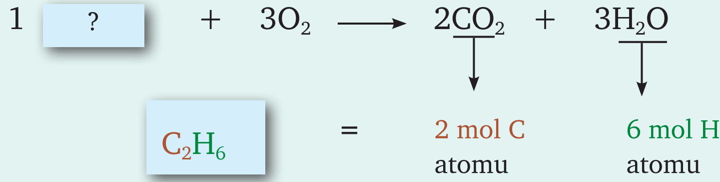


ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Bir organik bileşiğin 0,5 molü, 1,5 mol O_2 ile tamamen yandığında 1 mol CO_2 ve 1,5 mol H_2O oluştuğuna göre bileşiğin formülü nedir ?



Tepkimede formülü sorulan bileşiğin katsayısı 1 olacak şekilde tepkime denklemi 2 ile genişletilirse hesaplamada kolaylık sağlanır.



Tepkime denkleminde ürünlerde bulunan C ve H atomu girenlerde görünmediği için bileşiğin içinde bulunmalıdır. (Tepkime denkleminde O atomu birden fazla formülde yer alabileceği için O atom sayıları kontrol edilmelidir.)

GİRENLERDE ÜRÜNLERDE



(3x2) = 6 mol O atomu (2x2) = 4 + 3 mol = 7 mol O atomu

(Girenler tarafında eksik olan 1 mol O atomunun bileşikte bulunduğu düşünülmelidir.)

Bileşik formülü:

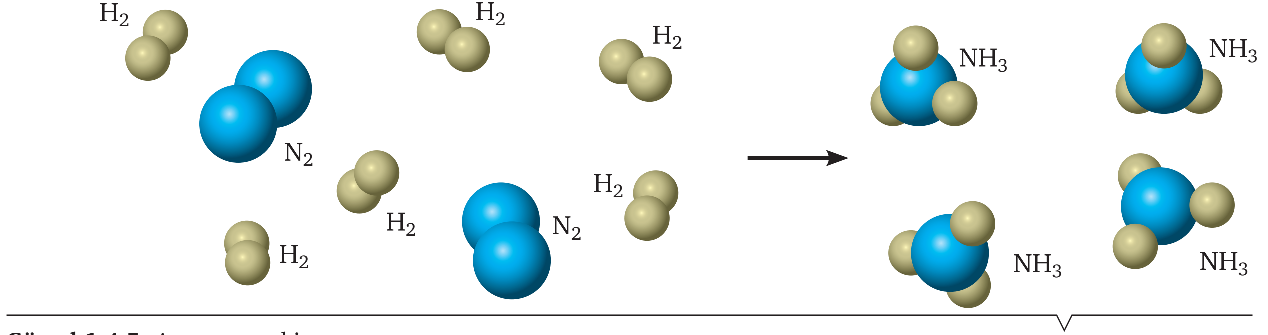




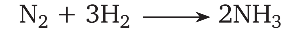
ÇÖZEREK ÖĞRENİN

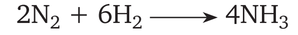
X bileşiğinin 0,1 molü, 0,5 mol O_2 ile tamamen tepkimeye girdiğinde NKA'da 6,72 litre CO_2 ve 7,2 gram H_2O oluşuyor. Bu durumda bileşiğin formülü nedir?

SINIRLAYICI BİLEŞEN HESAPLARI

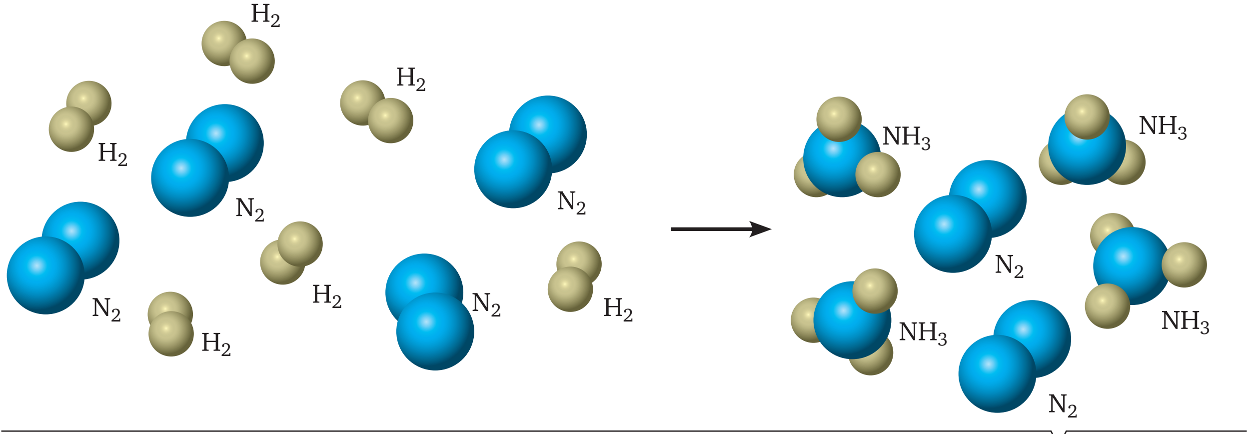


Görsel 1.4.5: Artansız tepkime

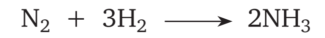




Kimyasal tepkimelerin bazılarında tepkimeye giren kimyasal türler birbirine yetecek miktardadır. Görsel 1.4.5'te görüldüğü gibi tepkime başlamadan önce tepkime kabında 4 N ($2N_2$) ve 12 H ($6H_2$) atomu olmak üzere 16 atom (8 molekül) bulunur. Tepkime sonunda 4 NH_3 molekülü (16 atom) oluşurken başlangıçtaki N ve H atomlarının tamamı tepkimede kullanılır. Tepkime artansız gerçekleşir.



Görsel 1.4.6: Artan maddesi olan tepkime



N_2	$3H_2$	$2NH_3$
4 mol	6 mol	–
-2 mol	-6 mol	4 mol
2 mol artan	tükenir (sınırlayıcı)	4mol oluşan

Görsel 1.4.6'da olduğu gibi bazı tepkimelerde ise girenlerin miktarları birbirine yetecek sayıda olmayabilir. Tepkime kabında 8 N ($4N_2$) ve 12 H ($6H_2$) atomu olmak üzere 20 atom (10 molekül) bulunur. Tepkime sonunda 4 NH_3 molekülü (16 atom) oluşur ve 4 N ($2N_2$ molekülü) artar. Başlangıçtaki H atomlarının tamamı tepkimede kullanılır. Bu nedenle H_2 molekülleri tepkimeyi sınırlandırarak tepkimenin durmasına neden olur.

Artan maddesi olan tepkimeler giren maddelerden birisi bitinceye kadar devam eder. Tepkimede tamamen biten maddeye **sınırlayıcı bileşen** denir. Sınırlayıcı bileşen tepkimeye giren diğer maddelerden önce tükendiği için tepkimenin ve ürün oluşumunun durmasına neden olur.

Görsel 1.4.6'deki NH_3 oluşumunda sınırlayıcı bileşen H_2 molekülüdür. Hesaplamalar sınırlayıcı bileşene göre yapılır.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

15'er litre N_2 ve H_2 gazlarının tepkimesinde

a) Başlangıçta ortamda kaç L gaz bulunur?

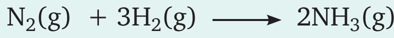
b) Sınırlayıcı bileşen hangi maddedir?

c) Oluşan NH_3 gazı kaç L'dir?

ç) Tepkime sonunda ortamda kaç L gaz bulunur?

d) Tepkimede artan gazı harcamak için hangi gazdan kaç L eklenmelidir?

Tepkime yazılarak denkleştirilir.



$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

Tepkimeye giren maddelerin katsayıları farklı olduğu için tepkimeye giren maddeler eşit mol veya hacimde kullanılmaz. Tepkimedeki katsayılar dikkate alındığında 1 mol (1 litre) N_2 ile 3 mol (3 litre) H_2'in tepkimeye girerek 2 mol (2 litre) NH_3 oluşturduğu görülür.

Tepkimedeki miktarlarla soruda verilen miktarlar kıyaslanır; başlangıç, tepkime ve sonuç şeklinde tablo oluşturularak hesaplama yapılır.

	N_2	+ $3H_2$ $\longrightarrow$	$2NH_3$
BAŞLANGIÇ:	15 L	15 L	-
DEĞİŞİM:	– -5	-15 L	+10 L
SONUÇ:	10 L	-	10 L
	ARTAR	TÜKENİR	OLUŞUR

a) Tepkimenin başlangıcında 15 L N_2 ve 15 L H_2 olmak üzere toplam 30 litre gaz bulunur.

b) Tepkimede 15 L N_2 kullanılırsa N_2'un 3 katı (45 L) H_2 kullanılması gerekir. Ancak ortamda 45 L H_2 olmadığı için sınırlayıcı bileşen H_2'dir. Hesaplamalar sınırlayıcı bileşen olan H_2'e göre yapılmalıdır.

c) Tepkimede 5 L N_2 ve 15 L H_2 gazı harcanarak 10 L NH_3 gazı oluşmuştur.

ç) Tepkime sonunda ortamda (10 L N_2 ve 10 L NH_3) toplam 20 litre gaz bulunur.

d) Tepkimede artan 10 L N_2 gazını harcamak için tepkimeye 30 L daha H_2 gazı eklenmelidir.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

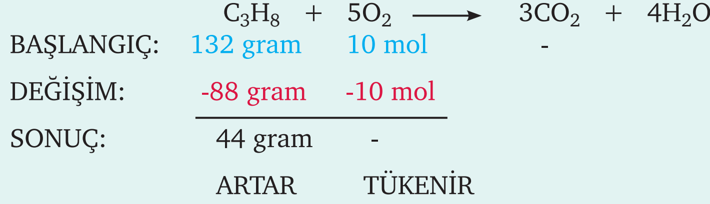
132 gram C_3H_8 ile 10 mol O_2 gazı karışımının yanması sonucu

a) Kaç mol karbon dioksit elde edilebilir?

b) Tepkime sonunda oluşan su kaç gramdır?

c) Tepkimede hangi maddeden kaç gram artar?
(C:12 g/mol, H:1 g/mol, O:16 g/mol)

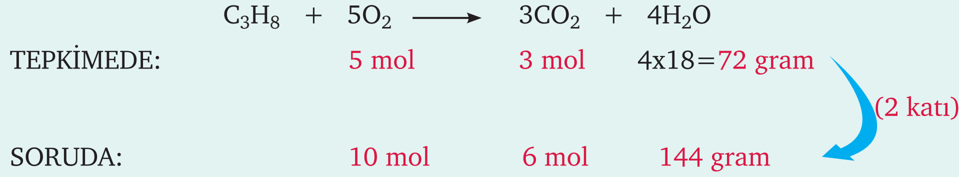
Tepkime denklemine göre 5 mol O_2 ile 44 gram C_3H_8 tepkimeye girdiğine göre 10 mol O_2 için 88 gram C_3H_8 kullanılır. Verilen C_3H_8 132 gram olduğundan C_3H_8 artar.



	C_3H_8	+ $5O_2$ ⟶	$3CO_2$ + $4H_2O$
BAŞLANGIÇ:	132 gram	10 mol	-
DEĞİŞİM:	-88 gram	-10 mol	
SONUÇ:	44 gram	-	
	ARTAR	TÜKENİR	

(Tepkimede O_2 sınırlayıcı bileşendir.)

Sınırlayıcı bileşen O_2 olduğuna göre hesaplamalar O_2'e göre yapılır. Tepkime denkleminde O_2'in katsayısı 5'tir. Verilen O_2 miktarı 10 mol olduğu için madde miktarlarının 2 katı alınarak hesaplanır.



	C_3H_8 +	$5O_2$ ⟶	$3CO_2$ +	$4H_2O$
TEPKİMEDE:		5 mol	3 mol	4x18=72 gram
SORUDA:		10 mol	6 mol	144 gram

(2 katı)



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

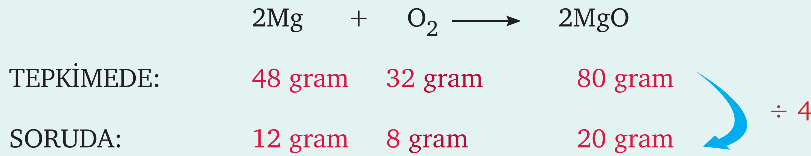
Eşit kütledeki magnezyum ve oksijen tepkimesinden 20 gram magnezyum oksit elde edilmektedir.

a) Başlangıçta alınan magnezyum ve oksijen kütlesi nedir?

b) Tepkime sonunda hangi elementten kaç gram artar?

c) Sınırlayıcı bileşen hangisidir? (Mg:24 g/mol, O:16 g/mol)

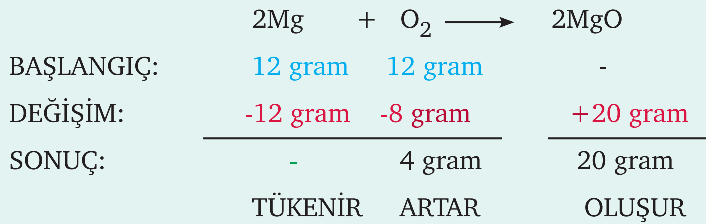
Denkleşmiş tepkimede 2 mol Mg (2x24=48 gram), 1 mol O_2 (32 gram) kullanılır ve tepkime sonunda 2 mol MgO (2x40=80 gram) bileşiği oluşur. Soruda verilen 20 gram bileşik, tepkimedeki miktarın 1/4'ü kadar olduğuna göre elementler de kütlelerinin 1/4'ü kadar kullanılır.



	2Mg +	O_2 ⟶	2MgO
TEPKİMEDE:	48 gram	32 gram	80 gram
SORUDA:	12 gram	8 gram	20 gram

÷ 4

Bu nedenle tepkimede 12 gram Mg ve 8 gram O_2 kullanılır. Eşit kütlede Mg ve O_2'in tepkimesi istendiğinden her iki maddeden de 12'şer gram alınır.



	2Mg	+ O_2 ⟶	2MgO
BAŞLANGIÇ:	12 gram	12 gram	-
DEĞİŞİM:	-12 gram	-8 gram	+20 gram
SONUÇ:	-	4 gram	20 gram
	TÜKENİR	ARTAR	OLUŞUR

Eşit kütledeki magnezyum ve oksijen alındığında Mg elementinin tamamı harcandığında tepkime duracak ve 4 gram O_2 artacaktır. Bu tepkimede Mg sınırlayıcı maddedir.



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

1. 10 litre CO ile 7 litre O_2 gazı tepkimeye girerse aynı şartlarda kaç litre CO_2 gazı oluşur? Hangi gazdan kaç litre artar?

2. Eşit kütlede O_2 ve Ca elementi alınarak gerçekleştirilen tepkimede 0,2 mol CaO elde ediliyor. Hangi elementin kaç gramı tepkimeye girmeden kalır?
(Ca:40 g/mol, O:16 g/mol)

YÜZDE VERİM HESAPLAMALARI

Kimyasal hesaplama yöntemleri ile tepkimelerde kullanılan madde miktarlarına göre ne kadar ürün elde edilebileceği hesaplanabilir. Elde edilen ürün miktarı hesaplanan ürün miktarı kadarsa bu tip tepkimeye **tam verimli tepkime** denir. Fakat tepkimede elde edilen ürün genellikle hesaplanan ürün miktarından daha azdır. Hesaplanan ürün veriminin elde edilememesinin nedenleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- İstenmeyen başka tepkimeler gerçekleşerek istenen ürünün yanında yan ürünler oluşabilir veya oluşan ürünler kendi aralarında başka tepkimeler verebilir.
- Bazı tepkimeler tersinir (geri dönebilir) tepkimedir. Oluşan ürünlerin bir kısmı tekrar başlangıçtaki maddeleri oluşturur.
- Sulu çözeltiler gibi bazı ortamlardan ürünün alınması zordur. İşlemler sırasında madde kaybı olabilir.
- Elde edilen ürünün saf olmayışı, saflaştırma yapılırken madde kaybı olması verimi düşürebilir.
- Kullanılan sistem veya cihazlardan kaynaklanan hatalar olabilir.
- Tepkimenin oluştuğu basınç ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak maddenin bir kısmı tepkimeye girmeyebilir.

Artanı olan tepkimelerde maddelerden biri tepkime ortamında gereken miktardan fazla olabilir. Bu durumda kimyasal tepkimeye giren maddelerden birinin artması, en az birinin de tamamen tükenmesi gerekir. Sınırlayıcı madde bittiği için bir maddenin artması tepkime verimi ile karıştırılmamalıdır.

Tepkime verimleri de saflık gibi % ile ifade edilir. Örneğin 100 gram ürün oluşması beklenirken %20 verimin oluşması 20 g ürün elde edilebildiğini, verimin düşük olduğunu anlatır. Verimin %100 çıkması hesaplanan miktarın gerçekte de elde edildiğini gösterir.

Teorik (kuramsal) verim: Kimyasal tepkimede denkleştirilmiş tepkimeye göre hesaplanan, sınırlayıcı bileşenin tamamen kullanılmasıyla

oluşabilen ürün miktarıdır. Teorik verim bir tepkimede elde edilebilecek en yüksek verimdir.

Gerçek verim: Gerçekleşen tepkime sonunda oluşan ürün miktarıdır. Uygulamada gerçek verim kullanılır. Tepkime sonunda ölçülerek bulunan gerçek verim çoğunlukla teorik verimden düşüktür.

Bir tepkimenin yüzde verimi gerçek verimin teorik verime oranı ile hesaplanır ve aşağıdaki formül kullanılır.

$$\% \text{ verim} = \frac{\text{gerçek verim}}{\text{teorik verim}} \times 100$$

Örneğin 64 gram kükürdün yakılması ile 0,9 mol kükürt dioksit oluşuyorsa tepkimenin yüzde verimi aşağıdaki şekilde hesaplanır. (S:32 g/mol)

İlk olarak denkleşmiş tepkime yazılır.

$S(k) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$



TEPKİMEDE: 32 gram — 1 mol

SORUDA: 64 gram — 2 mol → 0,9 mol

Tepkimede 1 mol (32 gram) S kullanılırken 1 mol SO_2 elde edildiği görülmektedir. Denkleştirilmiş tepkimeye göre 64 gram S kullanıldığında 2 mol SO_2 elde edilmelidir. Soruda ise 0,9 mol elde edildiği belirtilmiştir.

Elde edilmesi beklenen 2 mol ürün teorik verim, elde edilen 0,9 mol ürün gerçek verimdir.

Yüzde verim hesaplamalarında ilk olarak denkleşmiş tepkimeye göre elde edilmesi beklenen ürün miktarı belirlenmelidir. Daha sonra gerçek verim miktarıyla kıyaslama yapılmalıdır.

$$\% \text{ verim} = \frac{\text{gerçek verim}}{\text{teorik verim}} \times 100 = \frac{0{,}9}{2} \times 100 = 45$$

Tepkimenin yüzde verimi %45'tir.
Hesaplama oran orantıyla da yapılabilir.

2 mol ürün beklenirken — 0,9 mol ürün elde edilirse
100 de — ?

? = 45



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

Bir tepkimede hesaplanan teorik verim 8 gramdır. Ancak elde edilen ürün 6,4 gramdır.
Buna göre % verim nedir?

$$\% \text{ verim} = \frac{\text{gerçek verim}}{\text{teorik verim}} \times 100 = \frac{6{,}4}{8} \times 100 = 80$$

Tepkimenin yüzde verimi %80'dir.



ÖRNEK VE ÇÖZÜM

$Ca(k) + 2HCI(suda) \longrightarrow CaCl_2(suda) + H_2(g)$ tepkimesine göre Ca ve yeterince HCI'in tepkimesinden %75 verimle normal koşullarda 33,6 L H_2 gazı oluşmaktadır.

Başlangıçta kullanılan Ca kütlesi kaç gramdır? (Ca:40 g/mol)

	$Ca(k) + 2HCl(suda) \longrightarrow$	$CaCl_2(suda) + H_2(g)$	
TEPKİMEDE:	40 gram	22,4 litre	(1,5 katı)
SORUDA:	x gram	33,6 litre	

Tepkime %100 verimle gerçekleşirse 33,6 litre H_2 gazı elde edebilmek için (1,5x40) 60 gram Ca kullanılması gerekir. Soruda verilen tepkime %75 verimle gerçekleştiğine göre başlangıçta alınan Ca'un tamamı ürüne dönüşemez. 100 gram Ca alınırsa ancak 75 gramı ürüne dönüşebilir. Alınan Ca'un 25 gramının tepkime ortamında kaybedileceği, ürüne dönüşmeyeceği dikkate alınmalıdır.

100 gram Ca alındığında — 75 gramı ürüne dönüşürse
x g Ca — 60 gramı ürüne dönüşürken

x = 80 gram Ca alınmalıdır. (Başlangıçta 80 gram Ca alınırsa bu miktarın %75'i olan 60 gram Ca, ürüne dönüşerek 33,6 L H_2 gazı oluşturur.)



ÇÖZEREK ÖĞRENİN

1. Bir tepkimede %40 verimle 0,8 mol ürün elde edilmektedir. Bu tepkimenin teorik verimi kaç moldür?

2. $CaCO_3 (k) + 2HCI(suda) \longrightarrow CaCl_2(suda) + H_2O(s) + CO_2 (g)$

tepkimesinde 250 gram $CaCO_3$ ile yeterince HCl, NKA'da 11,2 litre CO_2 gazı oluşturduğuna göre tepkimenin yüzde verimi nedir? (C:12 g/mol, O:16 g/mol, Ca:40 g/mol H:1 g/mol)

NELER KAZANILDI?

$2Al(k) + Fe_2O_3(k) \longrightarrow Al_2O_3(k) + 2Fe(s)$ tepkimesi için 27 gram Al kullanılarak 28 gram Fe elde edilmiştir.

Buna göre 1, 2 ve 3. soruya cevap veriniz. (O:16 g/mol, Al:27 g/mol, Fe:56 g/mol)

1. Tepkimenin gerçek verimi nedir?

2. Tepkimenin teorik verimi nedir?

3. Tepkimenin yüzde verimi nedir?

4. P_4O_{10} ve $C_6H_{12}O_6$ bileşiklerinin basit formülünü yazınız.

5. $2NH_3(g) + 3Cl_2(g) \longrightarrow N_2(g) + 6HCl(g)$ tepkimesi 3'er mol NH_3 ve Cl_2 alınarak gerçekleştiriliyor.

Buna göre

I. NH_3 artan maddedir.

II. Cl_2 sınırlayıcı maddedir.

III. Tepkimede 219 gram HCl oluşabilir.

yargılarından hangisi veya hangileri doğrudur? (H:1 g/mol, Cl:35,5 g/mol)

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

6. XY_3 bileşiğinde yer alan X ve Y elementlerinin atom kütleleri bilinmektedir.

Buna göre bileşik ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisine ulaşılamaz?

A) Elementlerin kütlece oranı

B) Bileşiğin mol kütlesi

C) Atomların birleşme oranı

D) Elementlerin kütlece yüzde bileşimi

E) Molekülün polarlığı

7. Kapalı kapta 6'şar mol CO ve O_2 gazlarının tepkimesinden CO_2 gazı oluşmaktadır.

Aynı koşullarda tepkime sonunda kapta kaç mol gaz bulunur?

A) 3 B) 6 C) 9 D) 12 E) 15

8. $4Fe(k) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(k)$ **tepkimesi için verilen maddeler ile miktarlarını eşleştiriniz.** (Fe:56 g/mol, O:16 g/mol)

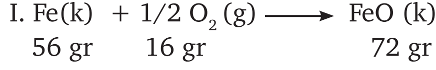
Madde	Miktarı
I. Fe	( ) a) 2 moldür.
II. O_2	( ) b) 224 gramdır.
III. Fe_2O_3	( ) c) NKA 67,2 litredir.
	( ) ç) $24{,}08x10^{23}$ tanedir.
	( ) d) 3 moldür.

9. Aşağıda verilen ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" harfini işaretleyiniz. Yanlış olarak işaretlediğiniz ifadelerin karşısına ifadenin doğrusunu yazınız.

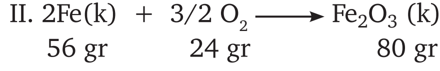
İfadeler	Karar	Yanlışsa Doğrusu
Tepkimede tükenerek tepkimenin durmasına neden olan maddeye sınırlayıcı bileşen denir.	( ) D ( ) Y	
Tepkimeye giren maddelerden en az biri tükenmişse tepkime tam verimle gerçekleşmiştir.	( ) D ( ) Y	
Moleküldeki atomların cinslerini ve gerçek sayılarını gösteren formüle basit (kaba) formül denir.	( ) D ( ) Y	
Gerçekleşen tepkime sonunda elde edilen ürün miktarına teorik verim denir.	( ) D ( ) Y	

ÜNİTEYİ BİTİRİRKEN

Aşağıdaki metinde boş bırakılan yerleri yanda verilen uygun sözcüklerle doldurunuz. Metinle ilgili verilen soruları cevaplayınız.



I. $Fe(k) + 1/2\ O_2(g) \longrightarrow FeO(k)$
56 gr 16 gr 72 gr



II. $2Fe(k) + 3/2\ O_2 \longrightarrow Fe_2O_3(k)$
56 gr 24 gr 80 gr

Verilen tepkimelerin her ikisinde de tepkimeye girenlerin kütleleri toplamı, oluşan ürünlerin kütleleri toplamına eşittir. Bu durum (a)..................................... Kanunu'yla açıklanabilir ve kanun (b).................................. tarafından tanımlanmıştır. Her iki tepkimede de tepkimeye giren Fe miktarı ile oksijen miktarı arasında kütlece bir oran vardır. Bu durum da (c)........................ .... Kanunu'yla açıklanır ve (ç)............................ tarafından tanımlanmıştır.

I. tepkimede oluşan FeO bileşiğinde kütlece Fe/O oranı (d)..........................., II. tepkimede oluşan Fe_2O_3 bileşiğinde kütlece Fe/O oranı (e)......................'tür.

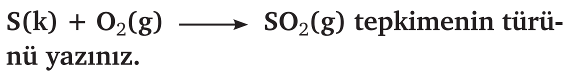
FeO ve Fe_2O_3 bileşiğinde Fe miktarları sabitken I. bileşikteki oksijenin II. bileşikteki oksijene oranı (f)................................'tür ve bu durum da, (g)........................... .... Kanunu'yla açıklanır ve kanun (h)......................... tarafından tanımlanmıştır.

Verilen tepkimelerin her ikisi de (ı)............................... tepkimesine örnektir. Aynı zamanda bu tepkimelerde küçük kimyasal türler daha büyük kimyasal türlere dönüştüğü için bu tepkimelere (i)............................... tepkimeleri de denir. Büyük kimyasal türlerin küçük kimyasal türlere dönüştüğü tepkimelere ise (j)............................... tepkimeleri denir. Bu tepkime türlerinin dışında asit ve bazların bir araya gelerek tuz ve su oluşturduğu tepkimeler ise (k)................................. tepkimesi adını alır.

Sulu çözeltilerin birbiri ile tepkimesinde çözünmeyen katının oluştuğu tepkimelere (l).......................... .... tepkimeleri denir. Travertenlerin oluşumu bu tepkimeye örnektir.

- **nötralleşme**
- **yanma**
- **Kütlenin Korunumu**
- **sentez**
- **Proust**
- **2/3**
- **Dalton**
- **7/2**
- **analiz**
- **çözünme-çökelme**
- **7/3**
- **Katlı Oranlar**
- **Sabit Oranlar**
- **Lavoisier**

1. Fosil ve kömür yakıtlarının yanması, otomobil egzozlarından çıkan duman ve farklı nedenlerden dolayı yılda yaklaşık 26 milyon ton kükürt dioksit oluşur. Kükürt dioksidin oluştuğu tepkime denklemi aşağıdaki gibidir.

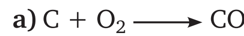


$S(k) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$ tepkimenin türünü yazınız.

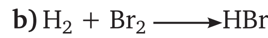
2. Yediğimiz besinler bozunarak veya parçalanarak büyümeyi ve vücut fonksiyonları için gerekli enerjiyi sağlar. Bu olay sırasında glikoz ($C_6H_{12}O_6$) yanarak CO_2 ve H_2O oluşturur.

Tepkime denklemini yazarak denkleştiriniz.

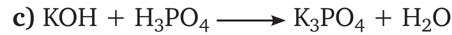
3. Aşağıdaki tepkimeleri denkleştiriniz.



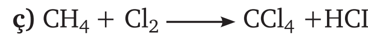
a) $C + O_2 \longrightarrow CO$



b) $H_2 + Br_2 \longrightarrow HBr$



c) $KOH + H_3PO_4 \longrightarrow K_3PO_4 + H_2O$



ç) $CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CCl_4 + HCI$

4. $Al_4C_3 + H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + CH_4$ **tepkimesi denkleştirildiğinde suyun katsayısı kaç olur?**

A) 4 B) 6 C) 8 D) 10 E) 12

5. $FeS_2 + O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_2$ **tepkimesi denkleştirildiğinde SO_2'in katsayısı kaç olur?**

A) 5 B) 4 C) 3 D) 2 E) 1

6. İki veya daha fazla kimyasal türün tepkimeye girerek bileşik oluşturmasına sentez (oluşum) tepkimesi denir.

Aşağıdakilerden hangisi sentez tepkimesine örnektir?

A) $CaCO_3 + 2HCI \longrightarrow CaCI_2 + CO_2 + H_2O$

B) $2NH_3 \longrightarrow N_2 + 3H_2$

C) $Cu + S \longrightarrow CuS$

D) $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$

E) $2NaI + Br_2 \longrightarrow 2NaBr + I_2$

7. Kimyasal tepkimeler için

I. Atom sayısı ve türü korunur.

II. Toplam yük ve toplam elektron sayısı korunur.

III. Mol sayısı korunur.

yargılarından hangisi veya hangileri her zaman doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II, ve III

8. $CaO + 3C \longrightarrow X + CO$



$X + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + Y$

Tepkimelerine göre Y bileşiğinin formülü aşağıdakilerden hangisidir?

A) C_2H_4 B) C_2H_2 C) C_3H_8

D) CH_4 E) C_2H_6

9. 0,25 mol N_2O_3'te

a) .... mol N atomu vardır.

b) .... mol O atomu vardır.

c) .... mol atom vardır.

10. 1,2 mol H_3PO_4'te

a) .... mol H atomu vardır.

b) .... mol P atomu vardır.

c) .... mol O atomu vardır.

ç) .... mol atom vardır.

11. Yapısında 0,6 mol C atomu içeren C_2H_4 bileşiği

a) .... mol C_2H_4'dir.

b) .... mol H atomu içerir.

c) .... mol atom içerir.

12. Yapısında 1 mol azot atomu içeren NH_4NO_3 bileşiği

a) .... mol H atomu içerir.

b) .... mol O atomu içerir.

c) .... mol atom içerir.

13. Yapısında $3,01x10^{23}$ tane H atomu içeren H_2O_2 bileşiği ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız. ($N_{A:}$ $6,02x10^{23}$)

a) Kaç mol H atomu vardır?

b) H_2O_2 bileşiği kaç moldür?

c) Kaç mol O atomu vardır?

ç) Kaç tane O atomu içerir?

d) Kaç tane H_2O_2 molekülü içerir?

14. Yapısında $6,02x10^{23}$ tane atom içeren P_2O_3 bileşiği ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Kaç moldür?

b) Kaç tane molekülden meydana gelmiştir?

c) Kaç tane P atomu vardır?

ç) Kaç mol P atomu vardır?

d) Kaç tane O atomu vardır?

e) Kaç gram O atomu vardır?

(O:16 g/mol)

15. 10,8 gram Al yeterince oksijen ile tepkimeye girince kaç mol Al_2O_3 oluşur? (Al:27 g/mol)

16. 11,2 gram N_2 ile 0,6 mol H_2'den en çok kaç gram NH_3 elde edilebilir? (H:1 g/mol, N:14 g/mol)

17. 0,4 mol Ag ile Mg karışımı yeterince HCl ile tepkimeye girince NKA 3,36 L H_2 gazı oluşuyor.

Karışımda kaç gram Ag bulunur? [Mg:24, Ag: 108 g/mol (Ag metali HCl ile tepkimeye girmemektedir.)]

18. CH_4 ve C_2H_4 gazları karışımının 2 molü tamamen yandığında 3,2 mol CO_2 gazı oluştuğuna göre karışımdaki C_2H_4 kaç moldür?
(H:1 g/mol, C:12 g/mol)

19. $CaCO_3(k) \longrightarrow CaO(k) + CO_2(g)$ tepkimesine göre 50 gramlık saf olmayan $CaCO_3$ açık bir kapta tamamen bozununca kapta kalan katı kütlesi 34,16 gram olmaktadır.

Buna göre $CaCO_3$ örneği % kaç saflıktadır? (Ca:40 g/mol, C:12 g/mol, O:16 g/mol)

A) 72 B) 44 C) 36 D) 28 E) 64

20. $2Cu(k) + 1/2O_2(g) \longrightarrow Cu_2O(k)$ tepkimesine göre belli miktar Cu metali ile O_2'nin tepkimeye girmesi sonucu Cu_2O katısı elde ediliyor. Cu elementinin Cu_2O bileşiğine dönüşmesi sırasında kütlesi 4 gram artıyor.

Başlangıçta Cu kütlesi kaç gramdır?

(Cu:64 g/mol, O:16 g/mol)

A) 44 B) 25 C) 80 D) 32 E) 68

21. $2O_3(g) \longrightarrow 3O_2(g)$ tepkimesine göre 25 litre O_3 gazının kısmen O_2 gazına dönüşmesi sonucunda toplam gaz hacmi, aynı şartlarda 30 litre oluyor.

Buna göre O_3 gazının % kaçı O_2 gazına dönüşmüştür?

A) 10 B) 90 C) 40 D) 20 E) 60

22. $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesine göre toplam hacimdeki azalma 4,8 litre olmaktadır.

Başlangıçta N_2 ve H_2'den eşit hacimde alındığına göre aşağıdaki ifadelerden hangisi veya hangileri doğru olur?

I. Tepkimede 2,4 L N_2 harcanır.
II. Tepkimede 7,2 L H_2 harcanır.
III. Tepkimede 4,8 L NH_3 oluşur.

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

23. $XO_2 + Y(OH)_2 \longrightarrow YXO_3 + H_2O$ tepkimesinde 6,4 gram XO_2 ile 7,4 gram $Y(OH)_2$ artansız tepkimeye girmekte ve 12 gram YXO_3 oluşmaktadır.

X ve Y'nin atom kütleleri hangi seçenekte doğru verilmiştir? (H:1 g/mol, O:16 g/mol)

	X	Y
A)	64	12
B)	32	40
C)	12	74
D)	40	32
E)	12	64

24. $2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)$ tepkimesi ile ilgili

I. Tepkime homojendir.
II. Tepkime süresince kaptaki atom sayısı azalır.
III. Eşit mollerde CO ve O_2 alınırsa O_2 gazının %50'si artar.

ifadelerden hangisi veya hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

25. $N_2(g) + 2O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$

tepkimesine göre 20 litre N_2 ve 30 litre O_2'den en fazla kaç litre NO_2 gazı elde edilir?

A) 40 B) 30 C) 25 D) 20 E) 15

26. $2X + Y_2O_3 \longrightarrow X_2O_3 + 2Y$ tepkimesine göre; 5,4 gram X ile 16 gram Y_2O_3 tepkimeye girmekte ve 10,2 gram X_2O_3 oluşmaktadır.

X ve Y'nin atom kütleleri hangi seçenekte doğru verilmiştir? (O:16 g/mol)

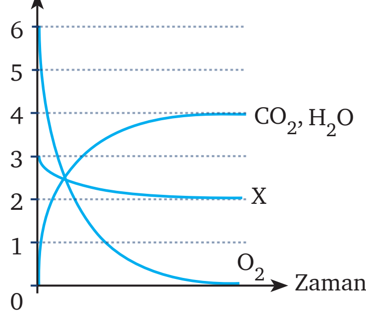
	X	Y
A)	56	52
B)	27	52
C)	27	56
D)	56	27
E)	52	27

27. 3 gram magnezyum ile 20 gram brom tepkimeye girerek $MgBr_2$ oluşturmaktadır.

50 gram magnezyum ve brom karışımı tepkimeye girince 4 gram magnezyum arttığına göre karışımdaki bromun kütlesi nedir?

A) 46 B) 23 C) 40 D) 20 E) 10

28.



Sabit hacimli kapalı bir kapta X maddesi ile O_2 gazının tekimeye girmesi sonucu oluşan H_2O ve CO_2'in mol sayılarının değişimi grafikte verilmiştir.

Buna göre X maddesinin formülü aşağıdakilerden hangisidir?

A) C_4H_8 B) C_3H_8 C) $C_3H_8O_2$ D) $C_4H_8O_2$ E) C_4H_8O

29. Eşit kütledeki magnezyum ve oksijen elementlerinden MgO bileşiği elde edilirken 4 gram oksijen artmaktadır.

Buna göre başlangıçtaki Mg kütlesi kaç gramdır? (Mg:24 g/mol, O:16 g/mol)

A) 6 B) 12 C) 24 D) 36 E) 48

30. Eşit kütlelerde C ve H_2 alınarak 84 gram C_2H_4 bileşiği elde ediliyor.

Buna göre

I. Başlangıçta her ikisinden de 42 gram alınmıştır.
II. Karbondan 12 gram artar.
III. Hidrojenden 60 gram artar.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur? (C:12 g/mol, H:1 g/mol)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

31. SO_3 bileşiği kütlece %40 S atomu içermektedir.

Buna göre SO_2 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme $\left(\frac{m_S}{m_O}\right)$ oranı nedir?

A) 1 B) 1/2 C) 3/2 D) 2/3 E) 2

32. 22 gram N_2O bileşiğinde 14 gram N_2 vardır

Buna göre 42 gram N_2'un yeterli miktardaki O_2 ile birleşmesinden kaç gram NO_2 bileşiği oluşur?

A) 48 B) 84 C) 96 D) 138 E) 196

33. 36 gram Mg ile 36 gram N_2'un reaksiyonundan Mg_3N_2 bileşiği oluşurken 22 gram N_2 artıyor.

Bu bileşikteki elementlerin kütlece birleşme $\left(\frac{m_{Mg}}{m_N}\right)$ oranı nedir?

A) $\frac{7}{18}$ B) $\frac{18}{7}$ C) $\frac{15}{2}$ D) $\frac{2}{15}$ E) $\frac{3}{2}$

34. XO bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme $\left(\frac{m_X}{m_O}\right)$ oranı $\frac{5}{2}$ dir.

X'in atom kütlesi aşağıdakilerden hangisidir? (O:16 g/mol)

A) 12 B) 20 C) 36 D) 40 E) 48

35. Endüstride asetilen (C_2H_2);

$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$ reaksiyonu ile elde ediliyor. 20 gram CaC_2 ile 9 gram H_2O tepkimesinden 18,5 gram $Ca(OH)_2$ oluşurken 4 gram CaC_2 artıyor.

Buna göre kaç gram C_2H_2 oluşmuştur?

A) 3 B) 3,5 C) 4,5 D) 6,5 E) 13

36. X_2Y_3 bileşiğinde kütlece birleşme oranı $\frac{m_X}{m_Y} = \frac{7}{6}$ dır. X ve Y elementlerinin oluşturduğu diğer bileşikte kütlece birleşme oranı $\frac{m_X}{m_Y} = \frac{7}{4}$ tür.

Buna göre, ikinci bileşiğin formülünü bulunuz?

A) XY B) X_2Y C) X_4Y_3

D) XY_3 E) X_2Y_5

37. Aşağıda verilen tepkimelerden hangisi ya da hangileri çözünme-çökelme tepkimesidir?

I. $NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(k)$

II. $2KI(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2KNO_3(suda)$

III. $4Fe(k) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(k)$

IV. $Zn(k) + CuSO_4(suda) \longrightarrow ZnSO_4(suda) + Cu(k)$

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) III ve IV E) II ve III

38. Aşağıdaki tepkimelerin hangisi nötralleşme tepkimesidir?

A) $NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(k)$

B) $CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(s)$ + ısı

C) $2NO(g) + O_2(g)$ + ısı $\longrightarrow 2NO_2(g)$

D) $H_2SO_4(suda) + Ca(OH)_2(suda) \longrightarrow CaSO_4(suda) + 2H_2O(s)$

E) $2H_2O(s)$ + elektrik enerjisi $\longrightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

39. $H_2SO_4(suda) + Mg(OH)_2(suda) \longrightarrow Y(suda) + 2H_2O\ (s)$

$HCl(suda) + KOH\ (suda) \longrightarrow X(suda) + H_2O(s)$

Yukarıda verilen tepkimelerle ilgili

I. Çözünme tepkimeleridir.

II. X ve Y tuzdur.

III. HCl ve H_2SO_4 asittir.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

40 ve 41. soruları aşağıdaki metne ve ilgili tabloya göre cevaplayınız.

Maddelerin oksijen gazı ile tepkimeye girmesine yanma denir. Yanma, hızlı yanma veya yavaş yanma şeklinde gerçekleşebilir. Hızlı yanma çok hızlı bir şekilde gerçekleşir ve hızlı yanmada alev oluşur, yavaş yanma ise hızlı yanmaya göre daha uzun bir süreçte gerçekleşir ve hızlı yanmanın aksine alev oluşmaz.

Onur yanma olayını gözlemlemek için Mg metalinden 12, 24 ve 36 gram alıyor ve her parçayı ayrı ayrı kapalı kaplarda yakıyor. Elde ettiği beyaz tozu tartarak aşağıdaki sonuçları elde ediyor.

Başlangıçta alınan Mg kütlesi (g)	Yanma sonrası kütle (g)	Kütledeki artış (g)
12	20	8
24	40	16
36	60	24

40. Tablodaki verilerden yararlanarak Mg ve O_2 elementlerinin kütlece birleşme grafiğini çizerek Mg ile O_2'in kütlece birleşme oranını bulunuz.

41. Onur yukarıdaki deneyi gerçekleştirirken iki faktöre çok dikkat ediyor. Bu faktörler aşağıda belirtilmiştir.

I. Üç farklı kütlede Mg metali alınıyor,

II. Aynı ortamda aynı deney gerçekleştiriliyor.

Deneyin sonunda Onur kimyanın temel kanunlarından hangilerini ispatlayabilir? “Evet” ya da “Hayır” cevabını işaretleyiniz.

Temel Kanun	Evet	Hayır
Kütlenin Korunumu Kanunu		
Sabit Oranlar Kanunu		
Katlı Oranlar Kanunu		

42 ve 43. soruları aşağıdaki metne ve ilgili tabloya göre cevaplayınız.

Sude ise yanmayı gözlemlemek için 12, 24 ve 48 gram karbon örneklerini alıyor oksijence fakir ve zengin iki ortamda kapalı kaplarda bu örnekleri farklı sürelerde yakıyor. Elde ettiği verileri iki ayrı tablo hâlinde kaydediyor.

I. Bileşik

Başlangıçta alınan C kütlesi (g)	Yanma sonrası kütle	Kütledeki artış
12	28	16
24	56	32
48	112	64

II. Bileşik

Başlangıçta alınan C kütlesi (g)	Yanma sonrası kütle	Kütledeki artış
12	44	32
24	88	64
48	176	128

42. Tablolardaki verilerden yararlanarak C ve O_2'in kütlece birleşme grafiğini çizerek aynı miktardaki karbon ile birleşen oksijen kütleleri arasındaki oranı bulunuz.

43. Sude, deneyi gerçekleştirirken iki faktöre çok dikkat ediyor. Bu faktörler aşağıda belirtilmiştir.

I. Üç farklı kütlede C örneği alınıyor,

II. Aynı ortamda aynı deney gerçekleştiriliyor.

Deneyin sonunda Sude, kimyanın temel kanunlarından hangilerini ispatlayabilir? “Evet” ya da “Hayır” cevabını işaretleyiniz.

Temel Kanun	Evet	Hayır
Kütlenin Korunumu Kanunu		
Sabit Oranlar Kanunu		
Katlı Oranlar Kanunu		

CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE

(ÇÖZEREK ÖĞRENİN)

s. 22/1. C, 2. E, 3. C, s. 24 5/2, s. 25 m_{Cu}/m_O: 4/1, m_P/m_O: 31/40, m_H/m_S: 1/16, m_{Ca}/m_O: 5/2, s. 25 a) 3/2, b) 12 g, s. 28 3/2, s. 28 MnO_2-Mn_2O_7 (4/7 ; 7/4), PCl_3-PCl_5 (3/5 ; 5/3), H_2O-H_2O_2 (1/2 ; 2/1), C_2H_2-C_4H_8 (1/2 ; 2/1), s 29 I, II, s 31/1. D, 2. 1/6, 3. a) 3/2, b) I. bileşik 16 g, II. bileşik 20 g, s 36 2 mol, 1 mol, 4 mol/12,04x10^{23} tane, 6,02x10^{23} tane, 24,08x10^{23} tane, s 38 28/6,02x10^{23} g, s 40 E, s 40 a) 32, b) 32 g, c) 32 g, ç) 32/6,02x10^{23} g, d) 32 akb, s. 42/1. SO_3: 80 g/mol, $MgBr_2$: 184 g/mol, CS_2: 76 g/mol, CH_3COOH: 60 g/mol, HNO_3: 63 g/mol, $CaCO_3$: 100 g/mol, $Al_2(SO_4)_3$: 342 g/mol, 2. H_2SO_4: 98 g/mol, $Ca(NO_3)_2$: 164 g/mol, NaOH: 40 g/mol, 3. NH_4NO_3: 80 g/mol, MgF_2: 62 g/mol, Fe_2O_3: 160 g/mol, $Al(OH)_3$: 78 g/mol, s 44/1. 36 g, 2. 40 g, 3. 0,2 mol, 4. 74,5 g, s 47/1. a) 3,01x10^{23} tane, b) 1,5x6,02x10^{23} tane, c) 22 g, 2. 0,3 mol, 3. 0,4 mol, 4. a) 0,125 mol, b) 3,25 g, c) 0,25x6,02x10^{23} tane, 5. a) 5 mol, b) 15x6,02x10^{23} tane, c) 60 g, 6. a) 24 g/mol, b) 24/6,02x10^{23} g, s. 55/1. a) $C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$, b) $2NH_3 + 3/2O_2 \longrightarrow N_2 + 3H_2O$, 2. C, s 58 a) I, II, III, IV, b) I, II, s. 59/1. analiz, 2. sentez, 3. analiz, 4. sentez, 5. analiz, 6. yanma, s. 62 $AgNO_3(aq) + KI(aq) \longrightarrow AgI(k) + KNO_3(aq)$ / $Ag^+(aq) + I^-(aq) \longrightarrow AgI(k)$, s. 63/1. a) analiz, b) yanma, sentez, c) sentez, ç) analiz, d) nötralleşme, e) çözünme-çökelme, 2. a) $2KCl(k) + 3O_2(g) \longrightarrow 2KClO_3(k)$, yanma, sentez, b) $BaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \longrightarrow BaSO_4(k) + 2NaCl(aq)$, çözünme-çökelme tepkimesi, s 71. a) 1,204x10^{23} tane, b) 0,6 mol, c) 26,7 g, s 74 9 mol, s 75 56 g/mol, s 76 C_3H_8, s. 80/1. 10 L CO_2 gazı oluşur/2 L O_2 gazı artar 2. 4,8 g O_2, s. 82/1. 2 mol, 2. %20

(NELER KAZANILDI?)

s. 32/1. D, 2. C, 3. E, 4. D, 5. C, 6. C, s. 48/1. a) 0,4 mol, b) 0,2 mol, c) 0,4x 6,02x10^{23} tane, ç) 0,2x6,02x10^{23} tane, d) 32/6,02x10^{23} g, 2. a) 2 mol, b) 3 mol, c) 12 mol, ç) 17x6,02x10^{23} tane, d) 342 g, e) 342/6,02x10^{23} g, 3. a) 0,2 mol, b) 8 g, c) 7,2 g, ç) 0,8 mol, 4. 2, 5. 3,2 g, 6. II>I=III, 7. 19 g/mol, 8. 14 g/mol, 9. E, 10. C, s. 66/1. $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$, 2. $NH_4NO_3 \xrightarrow{ısı} N_2O + 2H_2O$, 3. a) analiz, b) sentez, c) sentez, ç) analiz, d) nötralleşme, 4. III, 5. $Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \longrightarrow BaSO_4(k)$, 6. C_3H_4, s. 83/1. 28 g, 2. 56 g, 3. %50, 4. P_2O_5 / CH_2O, 5. E, 6. E, 7. C, 8. I. (b), (ç) / II. (c), (d) / III. (a), 9. D, D, Y (gerçek veya molekül formülü), Y (gerçek verim)

(ÜNİTEYİ BİTİRİRKEN)

BOŞLUK DOLDURMA: (a) Kütlenin Korunumu, (b) Lavoisier, (c) Sabit Oranlar, (ç) Proust, (d) 7/2, (e) 7/3, (f) 2/3, (g) Katlı Oranlar, (h) Dalton, (ı) yanma, (i) sentez, (j) analiz, (k) nötralleşme, (l) çözünme-çökelme

1. Sentez ve yanma tepkimesi, 2. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$, 3. a) $2C+O_2 \longrightarrow 2CO$, b) $H_2 + Br_2 \longrightarrow 2HBr$, c) $3KOH + H_3PO_4 \longrightarrow K_3PO_4 + 3H_2O$, ç) $CH_4 + 4Cl_2 \longrightarrow CCl_4 + 4HCl$, 4. E, 5. B, 6. C, 7. D, 8. B, 9. a) 0,5 b) 0,75 c) 1,25 10. a) 3,6 b) 1,2 c) 4,8 ç) 9,6 11. a) 0,3 b) 1,2 c) 1,8 12. a) 2, b) 1,5 c) 4,5 13. a) 0,5 b) 0,25 c) 0,5 ç) 3,01x10^{23} d) 1,505x10^{23} 14. a) 0,2 b) 12,04x10^{22} c) 24,08x10^{22} ç) 0,4 d) 36,12x10^{22} e) 9,6 15. 0,2 mol, 16. 6,8 g, 17. 27, 18. 1,2 mol, 19. A, 20. D, 21. C, 22. E, 23. B, 24. E, 25. B, 26. C, 27. C, 28. A, 29. B, 30. C, 31. A, 32. D, 33. B, 34. D, 35. D, 36. A, 37. B, 38. D, 39. E, 40. 3/2, 41. evet, evet, hayır

42. 1. m_O/2. m_O=1/2, 43. evet, evet, evet